

# **Tentang Olimpiade Fisika**

## **ABSTRAK**

Makalah ini merupakan hasil penelitian dan pengamatan selama kami membina, melatih dan mempersiapkan Tim Olimpiade Fisika Indonesia (TOFI) untuk mengikuti Olimpiade Fisika tingkat Asia dan tingkat Internasional. Dalam makalah ini dibahas berbagai strategi bagaimana Indonesia bisa meraih medali emas dan bagaimana mempertahankan prestasi itu.

**Kata kunci: OFA, OFI, TOFI, Olimpiade Fisika, Fisika**

## **PENDAHULUAN**

Olimpiade Fisika Internasional (OFI) merupakan kompetisi internasional dalam bidang fisika untuk pelajar SMU. Beberapa tujuan penyelenggaraan OFI antara lain: untuk membandingkan kemampuan para siswa terbaik dari berbagai negara dalam bidang fisika; untuk mengadakan kerjasama dan saling berbagi pengalaman mengembangkan fisika diantara sesama pimpinan tim dan untuk memberi kesempatan para pelajar terbaik dari seluruh dunia berinteraksi satu sama lain serta membangun kerjasama yang mungkin berguna di kemudian hari.

OFI pertama kali diadakan di Warsawa pada tahun 1967 dan sejak tahun itu OFI diadakan secara rutin setiap tahun di berbagai negara, kecuali tahun 1973, 1978 dan 1980. Dalam OFI para peserta diberikan 2 jenis soal: soal fisika teori dan soal fisika eksperimen yang harus dikerjakan masing-masing dalam waktu 5 jam<sup>(1)</sup>

Indonesia berpartisipasi di Olimpiade Fisika Internasional sejak tahun 1993 atas prakarsa 2 orang mahasiswa College of William and Mary: Yohanes Surya dan Agus Ananda. Sejak tahun itu Indonesia secara rutin mengikuti Olimpiade Fisika Internasional bahkan Indonesia diminta untuk menjadi tuan rumah Olimpiade Fisika Asia (OFA) pertama pada tahun 2000<sup>(2)</sup>

Dalam makalah ini kami akan menyoroiti strategi-strategi yang harus kita lakukan agar setiap tahun kita dapat menjadi juara di Olimpiade Fisika Asia maupun di Olimpiade Fisika Internasional, dengan meraih sebanyak mungkin medali emas. Untuk itu makalah dibagi dalam 5 bagian. Bab pertama makalah ini akan membahas sejarah OFI dan OFA serta perkembangannya. Sedangkan pada Bab 2 kita akan melihat partisipasi dan hasil yang dicapai oleh putra-putri Indonesia dalam olimpiade yang sangat bergengsi ini. Dalam Bab 3 kita akan membahas soal-soal dan sistem penilaian dalam olimpiade fisika. Selanjutnya dalam Bab 4 kita akan melihat alasan mengapa prestasi yang baik dalam olimpiade fisika harus dipertahankan. Dan akhirnya dalam Bab 5 kita akan membahas strategi-strategi macam apa yang harus dilakukan agar Indonesia mampu mempertahankan prestasi yang telah dicapainya ini bahkan memperbaikinya hingga menjadi juara dalam kedua olimpiade fisika. Makalah akan ditutup dengan kesimpulan.

## 1. SEJARAH OLIMPIADE FISIKA

Ide penyelenggaraan OFI berawal dari keberhasilan dan dampak positif dari penyelenggaraan Olimpiade Matematika Internasional (OMI) yang telah diselenggarakan sejak tahun 1959. Saat itu Prof. Czelaw Scislowski, Prof. Rostislav Kostial (Cekoslowakia), dan Prof. Rudolf Kunfalvi (Hongaria) mengadakan rapat untuk mengadakan OFI pertama, dan mereka sepakat untuk mengadakan olimpiade ini di Warsawa pada tahun 1967.

OFI pertama ini diikuti oleh 5 negara: Bulgaria, Cekoslowakia, Hungaria, Rumania dan tuan rumah Polandia. Tiap negara mengirimkan 3 wakilnya dan 1 pimpinan tim. Pada olimpiade fisika ini para peserta diminta untuk mengerjakan 4 soal fisika teori dan 1 soal fisika eksperimen.

OFI ke -2 diadakan di Budapest (Hongaria) pada tahun 1968, diikuti oleh 8 negara yaitu 5 negara dari OFI ke -1 ditambah 3 negara yaitu Republik Demokrasi Jerman (Jerman Timur), Uni Sovyet dan Yugoslavia. Pada OFI ke -2 ini untuk pertamakali aturan dasar OFI di terbitkan yang sampai sekarang ini masih dipakai (tentunya dengan perubahan-perubahan sedikit).

OFI ke -3 diadakan di Brno, Cekoslowakia pada tahun 1969. Pada OFI ini tiap negara boleh mengirim 5 siswa dan 2 orang pimpinan tim. Sampai sekarang jumlah 5 siswa dan 2 pimpinan tim untuk tiap negara ini tetap dipertahankan. OFI IV diadakan di Moskow, Uni Sovyet pada tahun 1970, OFI V di Sofia, Rumania pada tahun 1971 dan OFI VI di Bukares, Rumania pada tahun 1972. Pada OFI VI inilah untuk pertamakalinya negara non-eropa: Kuba dan negara Eropa Barat: Perancis, ikut serta.

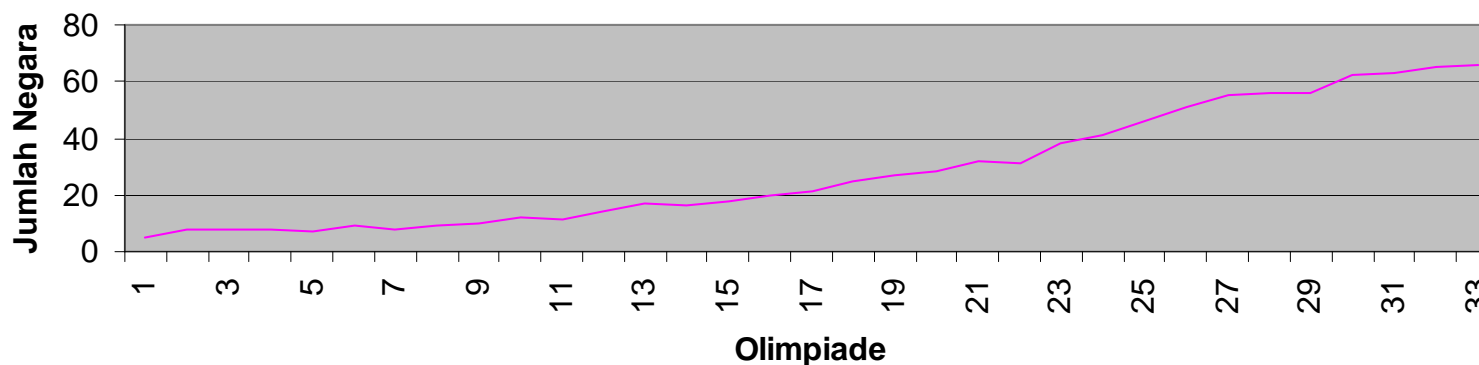
Tahun 1973 tidak diadakan olimpiade fisika. OFI VII diadakan baru pada tahun 1974. Dalam OFI VII ini terjadi perubahan-perubahan mendasar yaitu jumlah soal teori dikurangi dari 4 soal menjadi 3 soal; jumlah bahasa yang digunakan menjadi 2 bahasa yaitu bahasa Inggris dan bahasa Rusia; antara soal test teori dan eksperimen diberi selang waktu 1 hari.

Daftar lengkap penyelenggara OFI diberikan pada tabel 1. Hal penting yang patut dicatat adalah pada OFI ke XV terpilih Prof. Waldemar Gorzkowski sebagai Presiden OFI yang dijabatnya hingga sekarang. Pada olimpiade ini juga dibentuk *International Board* yang terdiri dari para pimpinan tim tiap negara. Tugas *International Board* ini adalah untuk memecahkan masalah-masalah yang timbul pada penyelenggaraan OFI.

Jika diamati minat untuk mengikut OFI setiap tahun meningkat. Jumlah negara yang berpartisipasi terus meningkat dari 5 negara di OFI pertama terus bertambah hingga menjadi 66 negara dalam OFI ke 33 yang diadakan di Bali tahun 2002 yang baru lalu. Ke 66 negara yang berpartisipasi dalam OFI ke 33 adalah: *Albania, Armenia, Australia, Austria, Azerbaijan, Belarus, Belgium, Bolivia, Bosnia & Herzegovina, Brazil, Bulgaria, Canada, China, Colombia, Croatia, Cuba, Cyprus, The Czechlands, Denmark, Estonia, Finland, Georgia, Germany, Great Britain, Hungary, Iceland, India, Indonesia, Iran, Ireland, Italy, Kazakhstan, Kuwait, Kyrgyzstan, Latvia, Liechtenstein, Lithuania, Macedonia, Malaysia, Mexico, Moldova, Mongolia, The Netherlands, Norway, Pakistan, Philippines, Poland, Portugal, Romania, Russia, Saudi Arabia, Singapore, Slovakia, Slovenia, South Korea, Spain, Suriname, Sweden, Switzerland, Taiwan, Thailand, Turkey, Turkmenistan, Ukraine, Vietnam, Yugoslavia.*

Peningkatan jumlah peserta ini ditunjukkan pada Gb 1.

## PESERTA OFI



**Gb. 1.** Peningkatan jumlah negara yang berpartisipasi dalam Olimpiade Fisika Internasional.

Tabel 1 Tuan rumah Olimpiade Fisika Internasional sampai tahun 2020 <sup>(3)</sup>

<i>Yang Lalu:</i>			<i>Yang Akan datang:</i>			
No.	Tahun	Tempat	Negara	No.	Tahun	Negara
II	1967	Warsaw	Poland	XXXIV	2003	Taiwan
III	1968	Budapest	Hungary	XXXV	2004	South Korea
IV	1969	Brno	Czechoslovakia	XXXVI	2005	Spain
V	1970	Moscow	Soviet Union	XXXVII	2006	Singapore
VI	1971	Sofia	Bulgaria	XXXVIII	2007	Iran
VII	1972	Bucharest	Romania	XXXIX	2008	Vietnam
VIII	1974	Warsaw	Poland	XL	2009	Mexico
IX	1975	Guestrow	GDR	XLI	2010	Croatia
X	1976	Budapest	Hungary	XLII	2011	Belgium

XI	1977	Hradec Kralove	Czechoslovakia a	XLIII	2012	Estonia
XII	1979	Moscow	Soviet Union	XLIV	2013	Denmark
XIII	1981	Varna	Bulgaria	XLV	2014	Slovenia
XIV	1982	Malente	FRG	XLVI	2015	Ireland
XV	1983	Bucharest	Romania	XLVII	2016	Switzerland
XVI	1984	Sigtuna	Sweden	XLVIII	2017	Moldova
XVII	1985	Portoroz	SFR Yugoslavia	XLIX	2018	Portugal
XVIII	1986	London- Harrow	Great Britain	L	2019	
XIX	1987	Jena	GDR	LI	2020	Lithuania
XX	1988	Bad Ischl	Austria			
XXI	1989	Warsaw	Poland			
XXII	1990	Groningen	The Netherlands			
XXIII	1991	Havana	Cuba			
XXIV	1992	Helsinki- Espoo	Finland			
XXV	1993	Williamsburg	USA			
XXVI	1994	Beijing	China			
XXVII	1995	Canberra	Australia			
XXVIII	1996	Oslo	Norway			
XXIX	1997	Sudbury	Canada			
XXX	1998	Reykjavik	Iceland			
XXXI	1999	Padova	Italy			
XXXII	2000	Leicester	Great Britain			
XXXII	2001	Antalya	Turkey			
XXXIII	2002	Nusa Dua	Indonesia			

Pada OFI, tuan rumah harus menyediakan soal fisika (baik soal teori maupun soal eksperimen) dalam 4 bahasa: Inggris, Rusia, Jerman dan Perancis. Kemudian para pimpinan tim tiap negara menterjemahkan soal-soal ini ke dalam bahasanya masing-masing sehingga para peserta dapat mengerti soal yang ditanyakan dengan baik.

Para pemenang olimpiade fisika ini akan mendapat medali emas, perak, perunggu dan honorable mention. Kriteria perolehan medali ini berkembang dari waktu ke waktu. Sampai tahun 2001, penentuan medali emas ditentukan sebagai berikut: mula-mula 3 nilai teratas di rata-rata kan, 90 % dari nilai rata-rata ini (dibulatkan ke bawah) berhak mendapatkan medali emas, 78 % perak (dibulatkan kebawah), 65 % perunggu (dibulatkan ke bawah) dan 50 % honorable mention (dibulatkan ke bawah)<sup>(1)</sup>. Tapi sejak tahun 2002 dicoba aturan baru yang dianggap lebih baik

(dengan aturan baru ini pihak penyelenggara dapat memperkirakan lebih baik, berapa medali yang harus ia siapkan). Dalam aturan baru ini<sup>(3)</sup> mula-mula tuan rumah memberikan nilai untuk tiap peserta, berdasarkan nilai ini kemudian ditentukan: (lihat Apendik 1)

- a) *jumlah minimum medali emas yang diberikan adalah 6 % dari seluruh peserta yang hadir.*
- b) *Jumlah minimum peraih perak atau emas adalah 18 % dari seluruh peserta.*
- c) *Jumlah minimum peraih perunggu, perak atau emas adalah 36% dari seluruh peserta.*
- d) *Jumlah minimum yang meraih honorable mention, perunggu, perak atau emas adalah 60% dari seluruh peserta.*
- e) *Jumlah minimum (6%, 18%, 36% dan 60 %) harus dinyatakan dalam bilangan bulat dengan pembulatan ke bawah.*
- f) *Jumlah minimum ini harus disetujui melalui pemungutan suara dimana separuh atau lebih anggota International Board (yang terdiri dari para pimpinan tim) menyetujuinya.*

Peserta yang mendapatkan nilai tertinggi menerima hadiah khusus.

## **OLIMPIADE FISIKA ASIA**

Olimpiade Fisika Asia (OFA) merupakan kompetisi fisika tingkat Asia. Olimpiade ini diadakan dengan tujuan agar tim-tim Asia lebih siap dalam menghadapi OFI. Disamping itu diharapkan agar pelajar-pelajar di Asia dapat saling mengenal satu sama lain untuk kerjasama lebih jauh dimasa mendatang. Juga diharapkan para pimpinan tim dapat mendiskusikan kurikulum serta menghasilkan suatu kurikulum yang bagus untuk siswa-siswa di Asia.

Olimpiade Fisika Asia diadakan pertamakali di Karawaci, Tangerang, Indonesia pada bulan April 2002 atas inisiatif Prof. Waldemar Gorzkowski dan Yohanes

Surya. OFA pertama ini di ikuti oleh 10 negara. Aturan-aturan dan silabus dalam OFA mengacu pada aturan-aturan OFI<sup>(4)</sup>. Aturan pemberian medali masih mengikuti aturan lama dari OFI yaitu berdasarkan nilai rata-rata dari 3 nilai tertinggi. Pada OFA pertama ini terpilih Yohanes Surya sebagai Presiden OFA dan Ming Juey Lin dari Taiwan sebagai sekretaris.

OFA ke 2 diadakan di Taipei, Taiwan tahun 2001 diikuti oleh 12 negara. Pada OFA ini karena alasan politik, China tidak berpartisipasi. OFA III diadakan di Singapore dengan 16 negara peserta. Sedangkan OFA IV diadakan di Thailand tahun 2003 hanya diikuti oleh 10 negara (semula 19 negara menyatakan diri akan berpartisipasi, namun karena ada penyakit SARS maka 9 negara mengundurkan diri). Tabel 2 menunjukkan negara-negara yang berpartisipasi dalam OFA I sampai IV. Sedangkan pada tabel 3 ditunjukkan negara-negara yang akan menjadi tuan rumah OFA.



Tabel 2: Negara Penyelenggara OFA

Negara Penyelenggara OFA										
Olimpiade										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Tahun	200...									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Negara										
0	Australia	G	#	#	#					
1	Brunei	O	-	-	-					
2	China	#	-	#	-					
3	Georgia	-	-	#	-					
4	India	O	#	-	-					
5	Indonesia	H	#	#	#					
6	Israel	-	#	#	#					
7	Japan	-	O	-	-					
8	Jordan	-	#	-	-					
9	Kazakhstan	#	#	#	-					
10	Kyrgyzstan	-	-	#	#					
11	Laos	-	-	-	#					
12	Malaysia	O	#	#	-					
13	Mongolia	-	#	#	-					
14	Pakistan	-	-	-	#					
15	Philippines	#	-	-	#					
16	Qatar	-	O	-	-					
17	Singapore	#	#	H	-					
18	South Korea	-	-	O	-					
19	Taiwan	#	H	#	#					
20	Thailand	#	#	#	#					
21	Turkey	-	-	#	-					
22	Uzbekistan	#	-	#	-					
23	Vietnam	#	#	#	#					

**Keterangan:**  
# : peserta  
H : tuan rumah - penyelenggara  
O : pengamat  
G : Tim tamu.

Tabel 3: Tuan rumah Olimpiade Fisika Asia<sup>(3)</sup>.

<b>Tuan Rumah Olimpiade Fisika Asia</b>				
<i>Yang lalu:</i>				
No	Tahun	Tempat	Negara	Tanggal
I	2000	Karawaci	Indonesia	23 April - 2 Mei
II	2001	Taipei	Taiwan	22 April - 1 Mei
III	2002	Singapore	Singapore	6 Mei - 14 Mei
IV	2003	Bangkok	Thailand	20 - 29 April
<i>Mendatang</i>				
Tempat	Tahun	Tempat	Negara	Status
V	2004	Hanoi	Vietnam	26 April - 4 Mei
VI	2005	Riau	Indonesia	Ok
VII	2006	-	Georgia	belum
VIII	2007	-	China	belum
IX	2008	-	Australia	belum
X	2009	-	Uzbekistan	belum
XI	2010	-	Malaysia	belum
XII	2011	-	Israel	Ok

## 2 Partisipasi Indonesia dalam Olimpiade Fisika

Indonesia mulai ikut Olimpiade Fisika Internasional (OFI) tahun 1993. Waktu ini tidak banyak orang tahu tentang olimpiade fisika. Pemerintahpun belum melirik pada olimpiade ini, juga orang-orang di Indonesia tidak mengenal akan OFI ini. Sehingga waktu diadakan test seleksi memilih siswa-siswa, hanya 56 siswa yang ikut test seleksi awal. Dari 56 siswa ini dipilih 5 siswa. Siswa ini dilatih selama 2 bulan. Hasilnya ternyata Indonesia mampu meraih 1 medali perunggu (atas nama Oki Gunawan) dan 1 honorable mention (atas nama Jemmy Widjaja) dalam Olimpiade Fisika Internasional ke 24 di Amerika Serikat. Indonesia menempati posisi ke 16 dari 41 negara. Hasil ini sangat menggembirakan dan mendorong kami untuk meneruskan partisipasi Indonesia dalam OFI ini.

Tahun 1994, Indonesia ikut serta dalam OFI XXV di China. Pembinaan kali ini hanya 1 bulan, dan hasilnya kita tidak mendapat apa-apa. Melihat keadaan ini, kami memutuskan untuk lebih konsentrasi dalam membina tim olimpiade fisika Indonesia. Selama 5 bulan peserta ditraining jarak jauh dan 2 bulan ditraining intensif. Hasilnya ternyata sangat menggembirakan. Untuk pertama kali Indonesia meraih medali perak (atas nama Teguh Budimulia). Dalam OFI ke-26 di Canberra itu peserta Indonesia meraih hadiah semua yaitu 1 perak, 1 perunggu dan 3 honorable mention. Pola pembinaan 2 bulan intensif dan 5 bulan jarak jauh ini berlangsung sampai tahun 1998 dan hasilnya adalah antara perunggu dan perak.

Tahun 1999 mulai dipikirkan pembinaan yang lebih baik. Kali ini pembinaan dilakukan 7 bulan intensif dan fokus pada pembenahan eksperimen dimana kita selalu mendapat nilai rendah. Ternyata hasilnya sangat menggembirakan. Indonesia untuk pertamakalinya meraih medali emas (atas nama Made Agus Wirawan) disamping 1 perak, 2 perunggu dan 1 honorable mention di Padua Italia pada OFI ke -30. Disini mulai diperoleh pola pembinaan yang lebih baik.

Tahun 2000, Indonesia menjadi tuan rumah Olimpiade Fisika Asia. Penyitaan waktu yang besar dalam penyelenggaraan OFA mengakibatkan tidak terkonsentrasinya pembinaan. Akibatnya dalam OFA, Indonesia hanya merebut 1 perak (atas nama Zainul Abidin), 1 perunggu dan 2 honorable mention dan dalam OFI kita hanya merebut 4 perunggu dan 1 honorable mention.

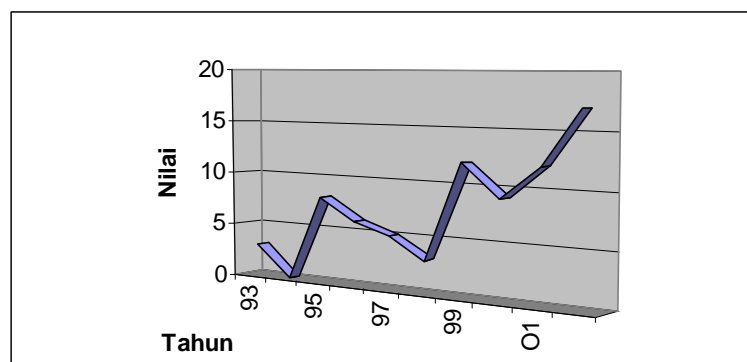
Tahun 2001 tim Indonesia mulai dipersiapkan lebih serius dengan memperbaiki segala kekurangan-kekurangan yang ada dalam pembinaan. Hasilnya adalah Indonesia meraih 1 medali emas, 1 medali perak dan 2 perunggu dan 3 honorable mention dalam OFA ke -2 di Singapore dan 2 perak, 2 perunggu dan 1 honorable mention dalam OFI ke -32 di Turki. Dengan hasil-hasil ini pemerintah mulai banyak memberikan perhatian pada OFI.

Tahun 2002 Indonesia menjadi tuan rumah OFI. Pemerintah mempunyai target untuk sukses dalam pelaksanaan, sukses dalam presitasi dan sukses menjadi tuan rumah yang baik. Dengan pelatihan selama 1 tahun penuh, target pemerintah

untuk sukses dalam prestasi berhasil diraih. Yaitu Indonesia meraih 3 medali emas, 1 perak dan 1 perunggu dalam OFI ke -33 di Bali, Juli 2002. Dua bulan sebelumnya di Singapore dalam OFA ke -3 Indonesia juga merebut 1 medali emas dan 5 perunggu.

Melalui pelatihan intensif 1 tahun ternyata Indonesia mampu meraih emas. Ini mendorong kami untuk meneruskan pola pembinaan dan pelatihan yang ada. Pada OFA ke -4 di Thailand bulan Juli 2003, Indonesia secara gemilang meraih juara se Asia dengan merebut 6 medali emas dan 2 honorable mention. Hasil ini sangat luar biasa karena bisa mengalahkan Taiwan, yang selama ini dikenal sebagai juara dunia bersama-sama dengan China.

Dalam OFI selama 10 tahun ini kita telah meraih 4 medali emas, 5 perak, 13 perunggu dan 20 honorable mention. Sedangkan dalam OFA kita telah merebut 8 emas, 1 perak, 6 perunggu dan 6 honorable mention. Gb. 2 melukiskan prestasi Indonesia selama 10 tahun dalam OFI kami menggunakan 4 poin untuk emas, 3 poin untuk perak, 2 poin untuk perunggu dan 1 poin untuk honorable mention.



**Gb. 2** Hasil yang dicapai Indonesia dalam OFI

### **3 SOAL-SOAL DAN PENILAIAN DALAM OLIMPIADE FISIKA**

Pada awalnya soal-soal dalam kompetisi OFI tidaklah terlalu sulit. Tingkat kesulitan soal-soal ini setara dengan tingkat kesulitan soal-soal yang diajarkan di bangku SMU. Tetapi dengan berjalannya OFI, tingkat kesulitan soal ini semakin lama semakin sulit. Soal-soal ini biasanya diberikan untuk melihat kemampuan dan kreativitas siswa untuk memecahkan soal-soal ini.

Soal-soal yang diberikan sesuai dengan silabus yang diberikan pada apendik 2.

#### **A. SOAL TEORI**

Pada tiap olimpiade terdapat 3 soal. Tiap soal diusahakan mencakup seluruh aspek fisika. Sehingga untuk menyelesaikan soal dibutuhkan pengetahuan yang cukup komprehensif tentang konsep-konsep fisika seperti mekanika, elektromagnetik, fisika modern dan sebagainya.

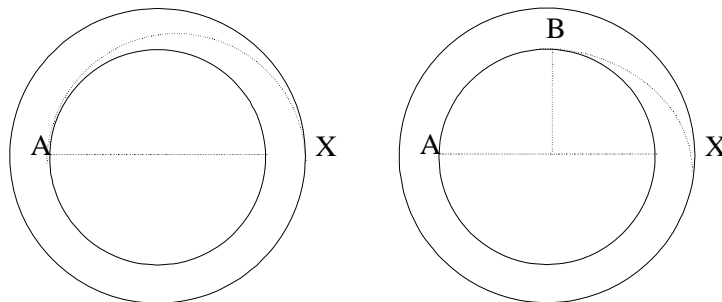
Sebagai perbandingan mari kita lihat soal-soal teori yang diberikan pada OFI 1 (Warsawa 1967, soal pertama), OFI XI (Moskow 1979, soal pertama), OFI XXVIII (Canada, 1997), OFI XXX1 (Inggris, 2000) dan OFI 33 (Bali 2002, seluruh soal). Soal dikutip sesuai dengan bahasa aslinya (bahasa Inggris).

**Soal OFI 1:**

1. A ball of mass  $M = 0,2 \text{ kg}$  rests on a vertical column, height  $h = 5 \text{ m}$ . A bullet, mass  $m = 0,01 \text{ kg}$ , traveling at  $v_0 = 500 \text{ m/s}$ , passes horizontally through the center of the ball. The ball reaches the ground at a distance of  $s = 20 \text{ m}$ . Where does the bullet reach ground? What part of the kinetic energy of the bullet was transferred as heat to the bullet?

**Soal OFI XI**

1. A space ship of mass  $m = 12 \text{ ton}$  is revolving on a circular orbit about the moon in height  $h = 100\text{m}$ . In order to reach the surface of the moon its jet engine is switched on at point  $X$  for a short time. The velocity of the hot gases issueing from the nozzles  $u = 10.000 \text{ m/s}$  relative to the space ship. The radius of the moon  $R = 1700 \text{ km}$ , the acceleration of free fall on its surface  $g = 1,7 \text{ m/s}^2$ . The space ship can reach the moon by two different methods (see figure): a) arriving on the moon in point  $A$ , opposite to point  $X$ ; b) touching the moon surface tangentially at point  $B$  after having given a momentum directed toward the center of the moon at point  $X$ . Calculate the quantity of fuel necessary in each case.



## SOAL OFI XXVII

### ***Nuclear Masses and Stability***

*All energies in this question are expressed in MeV - millions of electron volts.*

*One MeV =  $1.6 \times 10^{-13}$  J, but it is not necessary to know this to solve the problem.*

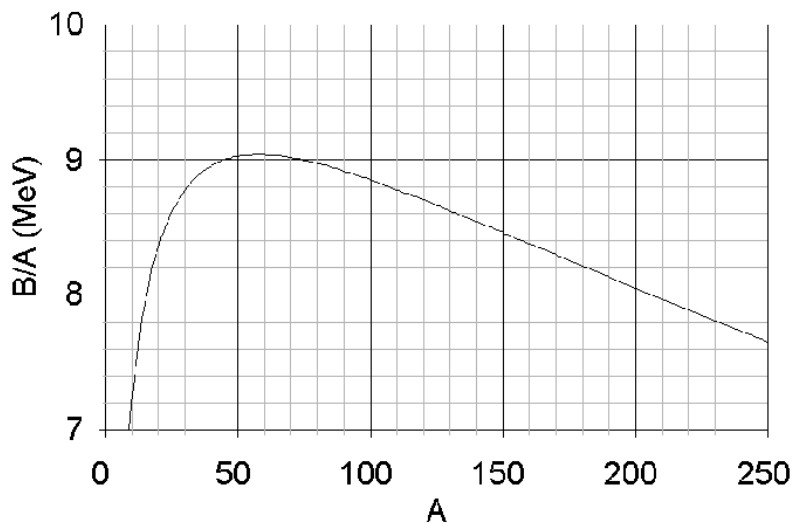
*The mass  $M$  of an atomic nucleus with  $Z$  protons and  $N$  neutrons (i.e. the mass number*

*$A = N + Z$  is the sum of masses of the free constituent nucleons (protons and neutrons) minus the binding energy  $B/c^2$ .*

$$Mc^2 = Zm_p c^2 + Nm_n c^2 - B$$

*The graph shown below plots the maximum value of  $B/A$  for a given value of  $A$ , vs.  $A$ . The greater the value of  $B/A$ , in general, the more stable is the nucleus.*

### ***Binding Energy per Nucleon***



*(a) Above a certain mass number  $A$ , nuclei have binding energies which are always small enough to allow the emission of alpha-particles ( $A=4$ ). Use a linear approximation to this curve above  $A = 100$  to estimate  $A$ . (3 marks)*

*For this model, assume the following:*

- Both initial and final nuclei are represented on this curve.
- The total binding energy of the alpha-particle is given by  $B_4 = 25.0 \text{ MeV}$  (this cannot be read off the graph!).

(b) The binding energy of an atomic nucleus with  $Z$  protons and  $N$  neutrons ( $A=N+Z$ ) is given by a semi-empirical formula:

$$B = a_v A - a_s A^{2/3} - a_c Z^2 A^{-1/3} - a_a \frac{(N-Z)^2}{A} - \delta$$

The value of  $\delta$  is given by:

+  $a_p A^{-3/4}$  for odd- $N$ /odd- $Z$  nuclei

0 for even- $N$ /odd- $Z$  or odd- $N$ /even- $Z$  nuclei

-  $a_p A^{-3/4}$  for even- $N$ /even- $Z$  nuclei

The values of the coefficients are:

$a_v = 15.8 \text{ MeV}$ ;  $a_s = 16.8 \text{ MeV}$ ;  $a_c = 0.72 \text{ MeV}$ ;  $a_a = 23.5 \text{ MeV}$ ;  $a_p = 33.5 \text{ MeV}$ .

(i) Derive an expression for the proton number  $Z_{\max}$  of the nucleus with the largest binding energy for a given mass number  $A$ . Ignore the  $\delta$ -term for this part only. (2 marks)

(ii) What is the value of  $Z$  for the  $A = 200$  nucleus with the largest  $B/A$ ? Include the effect of the  $\delta$ -term. (2 marks)

(iii) Consider the three nuclei with  $A = 128$  listed in the table on the answer sheet. Determine which ones are energetically stable and which ones have sufficient energy to decay by the processes listed below. Determine  $Z_{\max}$  as defined in part (i) and fill out the table on your answer sheet.

In filling out the table, please:

- Mark processes which are energetically allowed thus:
- Mark processes which are NOT energetically allowed thus: 0
- Consider only transitions between these three nuclei.

Decay processes:



(1)  $\beta^-$  - decay; emission from the nucleus of an electron

(2)  $\beta^+$  - decay; emission from the nucleus of a positron

(3)  $\beta\beta$  - decay; emission from the nucleus of two electrons simultaneously

(4) Electron capture; capture of an atomic electron by the nucleus.

The rest mass energy of an electron (and positron) is  $m_e c^2 = 0.51 \text{ MeV}$ ; that of a proton is  $m_p c^2 = 938.27 \text{ MeV}$ ; that of a neutron is  $m_n c^2 = 939.57 \text{ MeV}$ .

(3 marks)

### Soal OFI XXX1

#### 1A.

This part is concerned with the difficulties of detecting gravitational waves generated by astronomical events. It should be realised that the explosion of a distant supernova may produce fluctuations in the gravitational field strength at the surface of the Earth of about  $10^{-19} \text{ N kg}^{-1}$ . A model for a gravitational wave detector (see figure 3.1) consists of two metal rods each 1m long, held at right angles to each other. One end of each rod is polished optically flat and the other end is held rigidly. The position of one rod is adjusted so there is a minimum signal received from the photocell (see figure 3.1).

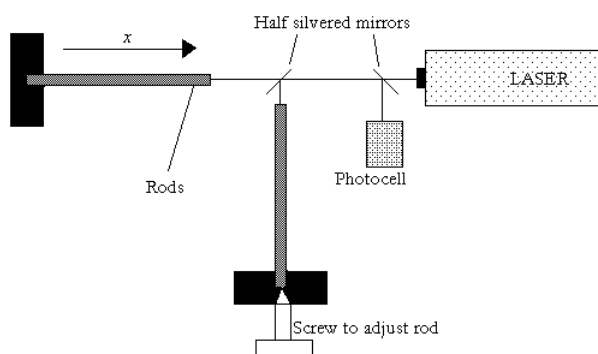


Figure 3.1

#### Figure 3.1

The rods are given a short sharp longitudinal impulse by a piezoelectric device. As a result the free ends of the rods oscillate with a longitudinal displacement  $Dx$ , where

$$Dx = a e^{-bt} \cos(2\pi ft + \phi).$$

and  $a$ ,  $m$ ,  $w$  and  $f$  are constants.

(a) If the amplitude of the motion is reduced by 20% during a 50s interval determine a value for  $m$ .

(b) Given that longitudinal wave velocity,  $v = \sqrt{E/\rho}$ , determine also the lowest value for  $w$ , given that the rods are made of aluminium with a density ( $\rho$ ) of  $2700 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  and a Young modulus ( $E$ ) of  $7.1 \times 10^{10} \text{ Pa}$ .

(c) It is impossible to make the rods exactly the same length so the photocell signal has a beat frequency of 0.005 Hz. What is the difference in length of the rods?

(d) For the rod of length  $l$ , derive an algebraic expression for the change in length,  $\Delta l$ , due to a change,  $\Delta g$ , in the gravitational field strength,  $g$ , in terms of  $l$  and other constants of the rod material. The response of the detector to this change takes place in the direction of one of the rods.

(e) The light produced by the laser is monochromatic with a wavelength of 656nm. If the minimum fringe shift that can be detected is  $10^{-4}$  of the wavelength of the laser, what is the minimum value of  $l$  necessary if such a system were to be capable of detecting variations in  $g$  of  $10^{-19} \text{ N kg}^{-1}$ ?

## 1B

This part is concerned with the effect of a gravitational field on the propagation of light in space.

(a) A photon emitted from the surface of the Sun (mass  $M$ , radius  $R$ ) is red-shifted. By assuming a rest-mass equivalent for the photon energy, apply Newtonian gravitational theory to show that the effective (or measured) frequency of the photon at infinity is reduced (red-shifted) by the factor  $(1 - GM/Rc^2)$ .

(b) A reduction of the photon's frequency is equivalent to an increase in its time period, or, using the photon as a standard clock, a dilation of time. In addition, it may be shown that a time dilation is always accompanied by a contraction in the unit of length by the same factor.

We will now try to study the effect that this has on the propagation of light near the Sun. Let us first define an effective refractive index  $n_r$  at a point  $r$  from the centre of the Sun. Let

$$n_r = \frac{c}{c_r}$$

where  $c$  is the speed of light as measured by a co-ordinate system far away from the Sun's gravitational influence ( $r \gg R$ ), and  $c_r$  is the speed of light as measured by a co-ordinate system at a distance  $r$  from the centre of the Sun.

Show that  $n_r$  may be approximated to:

$$n_r = 1 + \frac{GM}{rc^2},$$

for small  $GM/rc^2$ , where  $a$  is a constant that you determine.

(c) Using this expression for  $n_r$ , calculate in radians the deflection of a light ray from its straight path as it passes the edge of the Sun.

Data:

Gravitational constant,  $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ .

Mass of Sun,  $M = 1.99 \times 10^{30} \text{ kg}$ .

Radius of Sun,  $R = 6.95 \times 10^8 \text{ m}$ .

Velocity of light,  $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ .

You may also need the following integral

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{(x^2 + a^2)^{3/2}} = \frac{2}{a^2}.$$

## I. Ground-Penetrating Radar

Ground-penetrating radar (GPR) is used to detect and locate underground objects near the surface by means of transmitting electromagnetic waves into the ground and receiving the waves reflected from those objects. The antenna and the detector are directly on the ground and they are located at the same point.

A linearly polarized electromagnetic plane wave of angular frequency  $\omega$  propagating in the  $z$  direction is represented by the following expression for its field:

$$\mathbf{E} = E_0 e^{-\alpha z} \cos(\omega t - \beta z), \quad (1)$$

where  $E_0$  is constant,  $\alpha$  is the attenuation coefficient and  $\beta$  is the wave number expressed respectively as follows

$$\alpha = \omega \left\{ \frac{\mu \epsilon}{2} \left[ \left( 1 + \frac{\sigma^2}{\epsilon^2 \omega^2} \right)^{1/2} - 1 \right] \right\}^{1/2}, \quad \beta = \omega \left\{ \frac{\mu \epsilon}{2} \left[ \left( 1 + \frac{\sigma^2}{\epsilon^2 \omega^2} \right)^{1/2} + 1 \right] \right\}^{1/2} \quad (2)$$

with  $\mu, \epsilon$ , and  $\sigma$  denoting the magnetic permeability, the electrical permittivity, and the electrical conductivity respectively.

The signal becomes undetected when the amplitude of the radar signal arriving at the object drops below  $1/e$  (; 37%) of its initial value. An electromagnetic wave of variable frequency (10 MHz – 1000 MHz) is usually used to allow adjustment of range and resolution of detection.

The performance of GPR depends on its resolution. The resolution is given by the minimum separation between the two adjacent reflectors to be detected. The minimum separation should give rise to a minimum phase difference of  $180^\circ$  between the two reflected waves at the detector.

Questions:

(Given :  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$  and  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ )

1. Assume that the ground is non-magnetic ( $\mu = \mu_0$ ) satisfying the condition

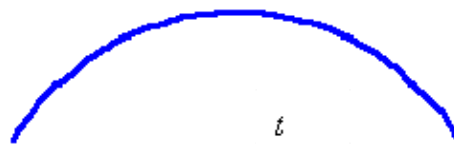
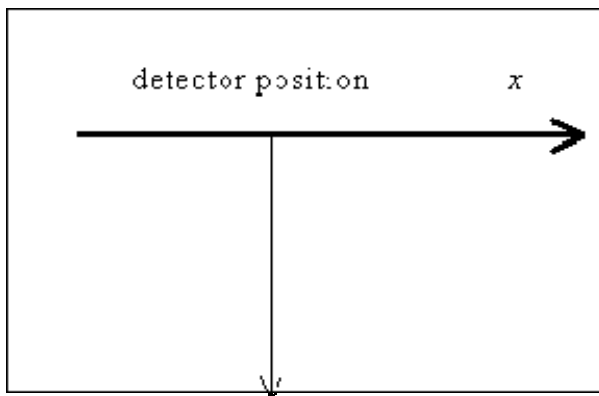
$\left( \frac{\sigma}{\omega \epsilon} \right)^2 \ll 1$ . Derive the expression of propagation speed  $v$  in terms of  $\mu$  and  $\epsilon$ , using equations (1) and (2) [1.0 pts].

2. Determine the maximum depth of detection of an object in the ground with conductivity of 1.0 mS/m and permittivity of  $9\epsilon_0$ , satisfying the condition

$$\left(\frac{\sigma}{\omega\epsilon}\right)^2 \ll 1, \quad (\sigma = \text{ohm}^{-1}; \text{ use } \mu = \mu_0). \quad [2.0 \text{ pts}]$$

3. Consider two parallel conducting rods buried horizontally in the ground. The rods are 4 meter deep. The ground is known to have conductivity of 1.0 mS/m and permittivity of  $9\epsilon_0$ . Suppose the GPR measurement is carried out at a position approximately above one of the rod. Assume point detector is used. Determine the minimum frequency required to get a lateral resolution of 50 cm [3.5 pts].

4. To determine the depth of a buried rod  $d$  in the same ground, consider the measurements carried out along a line perpendicular to the rod. The result is described by the following figure:



Graph of traveltime  $t$  vs detector position  $x$ ,  $t_{\min} = 100 \text{ ns}$ .

Derive  $t$  as a function of  $x$  and determine  $d$  [3.5 pts].

## **II. Sensing Electrical Signals**

*Some seawater animals have the ability to detect other creatures at some distance away due to electric currents produced by the creatures during the breathing processes or other processes involving muscular contraction. Some predators use this electrical signal to locate their preys, even when buried under the sands.*

*The physical mechanism underlying the current generation at the prey and its detection by the predator can be modeled as described by Figure II-1. The current generated by the prey flows between two spheres with positive and negative potential in the prey's body. The distance between the centers of the two spheres is  $l_s$ , each having a radius of  $r_s$ , which is much smaller than  $l_s$ . The seawater resistivity is  $\rho$ . Assume that the resistivity of the prey's body is the same as that of the surrounding seawater, implying that the boundary surrounding the prey in the figure can be ignored.*

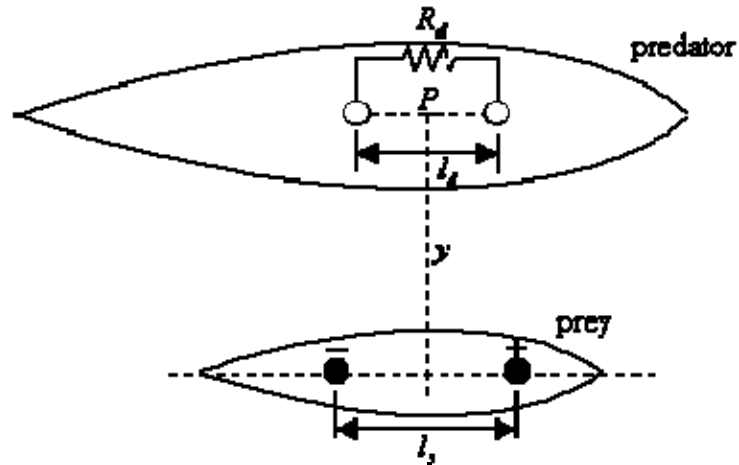


Figure II-1. A model describing the detection of electric power coming from a prey by its predator.

In order to describe the detection of electric power by the predator coming from the prey, the detector is modeled similarly by two spheres on the predator's body and in contact with the surrounding seawater, lying parallel to the pair in the prey's body. They are separated by a distance of  $l_d$ , each having a radius of  $r_d$  which is much smaller than  $l_d$ . In this case, the center of the detector is located at a distance  $y$  right above the source and the line connecting the two spheres is parallel to the electric field as shown in Figure II-1. Both  $l_s$  and  $l_d$  are also much smaller than  $y$ . The electric field strength along the line connecting the two spheres is assumed to be constant. Therefore the detector forms a closed circuit system connecting the prey, the surrounding seawater and the predator as described in Figure II-2.

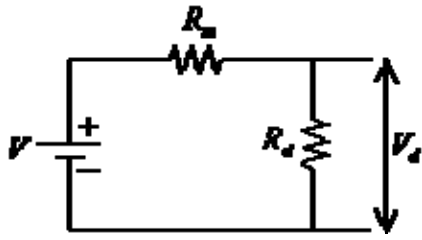


Figure II-2. The equivalent closed circuit system involving the sensing predator, the prey and the surrounding seawater.

In the figure,  $V$  is the voltage difference between the detector's spheres due to the electric field induced by the prey,  $R_m$  is the inner resistance due to the surrounding sea water. Further,  $V_d$  and  $R_d$  are respectively the voltage difference between the detecting spheres and the resistance of the detecting element within the predator.

**Questions:**

1. Determine the current density vector  $\vec{j}$  (current per unit area) caused by a point current source  $I_s$  at a distance  $r$  in an infinite medium. [1.5 pts]
2. Based on the law  $\vec{E} = \rho \vec{r}$ , determine the electric field strength  $\vec{E}_p$  at the middle of the detecting spheres (at point P) for a given current  $I_s$  that flows between two spheres in the prey's body [2.0 pts].
3. Determine for the same current  $I_s$ , the voltage difference between the source spheres ( $V_s$ ) in the prey [1.5 pts]. Determine the resistance between the two source spheres ( $R_s$ ) [0.5 pts] and the power produced by the source ( $P_s$ ) [0.5 pts].
4. Determine  $R_m$  [0.5 pts],  $V_d$  [1.0 pts] in Figure II-2 and calculate also the power transferred from the source to the detector ( $P_d$ ) [0.5 pts].
5. Determine the optimum value of  $R_d$  leading to maximum detected power [1.5 pts] and determine also the maximum power [0.5 pts].



### III. A Heavy Vehicle Moving on An Inclined Road

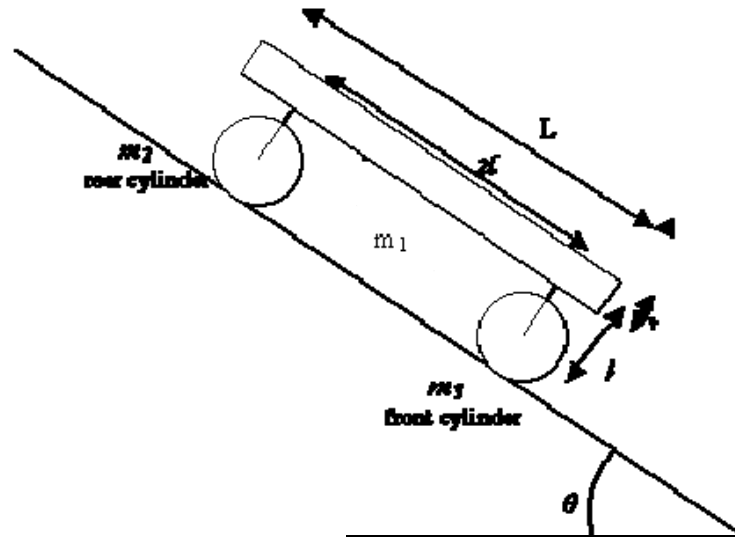


Figure III-1: A simplified model of a heavy vehicle moving on an inclined road.

The above figure is a simplified model of a heavy vehicle (road roller) with one rear and one front cylinder as its wheels on an inclined road with inclination angle of  $\theta$  as shown in Figure III-1. Each of the two cylinders has a total mass  $M(m_2=m_3=M)$  and consists of a cylindrical shell of outer radius  $R_o$ , inner radius  $R_i = 0.8 R_o$  and eight number of spokes with total mass  $0.2 M$ . The mass of the undercarriage supporting the vehicle's body is negligible. The cylinder can be modeled as shown in Figure III-2. The vehicle is moving down the road under the influence of gravitational and frictional forces. The front and rear cylinder are positioned symmetrically with respect to the vehicle.

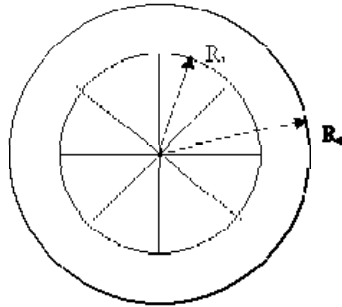


Figure III-2: A simplified model of the cylinders.

The static and kinetic friction coefficients between the cylinder and the road are  $\mu_s$  and  $\mu_k$  respectively. The body of the vehicle has a mass of  $5M$ , length of  $L$  and thickness of  $t$ . The distance between the front and the rear cylinder is  $2l$  while the distance from the center of cylinder to the base of the vehicle's body is  $h$ . Assume that the rolling friction between the cylinder and its axis is negligible.

**Questions:** 1. Calculate the moment of inertia of either cylinder [1.5 pts].

2. Draw all forces that act on the body, the front cylinder, and the rear one.

Write down equations of motion for each part of them [2.5 pts].

3. The vehicle is assumed to move from rest, then freely move under gravitational influence. State all the possible types of motion of the system and derive their accelerations in terms of the given physical quantities [4.0 pts].

4. Assume that after the vehicle travels a distance  $d$  by pure rolling from rest the vehicle enters a section of the road with all the friction coefficients drop to smaller constant values  $\mu_s'$  and  $\mu_k'$  such that the two cylinders start to slide. Calculate the linear and angular velocities of each cylinder after the vehicle has traveled a total distance of  $s$  meters. Here we assume that  $d$  and  $s$  is much larger than the dimension of vehicle [2.0 pts]

Dari perbandingan diatas jelas bahwa soal-soal olimpiade terus berkembang, makin lama makin kompleks dan pengerjaannya tidak mudah. Soal di Warsawa masih berupa mekanika sederhana yaitu tentang gerak parabola, tetapi di Moskow, sudah mulai rumit. Walaupun persoalannya masih sekitar mekanika, namun soal di Moskow ini mulai rumit karena siswa harus mengetahui konsep gerak melingkar digabung dengan konsep gaya-momentum. Di Canada soal sudah memasuki area fisika nuklir yang merupakan mata kuliah semester 4-5 universitas. Soal di Inggris sudah mencakup gelombang gravitasi yang merupakan konsumsi mahasiswa tingkat paska sarjana. Sedangkan soal-soal di Bali banyak yang merupakan gabungan dari berbagai konsep fisika. Misalnya soal nomor 1 bagaimana orang dapat menemukan bunker-bunker di dalam tanah dengan menggunakan gelombang elektromagnetik. Disini dibutuhkan pengetahuan teori gelombang elektromagnetik dan sedikit mekanika. Sedangkan pada soal 2 dibutuhkan pengetahuan berbagai konsep listrik. Di soal nomor 3 walaupun kelihatannya hanya mekanika, tetapi jawabannya cukup rumit, membutuhkan kertas berlembar-lembar untuk menjawab soal ini.

Soal eksperimen pun sama. Eksperimen yang tahun-tahun awal hanya mekanika sederhana berubah menjadi eksperimen yang kompleks dengan menggunakan sinar laser ataupun alat canggih lain (macam stroboskop).

#### **4. MENGAPA HARUS JUARA?**

Melalui pengamatan kami selama 10 tahun kami melihat bahwa keikutsertaan Indonesia dalam Olimpiade Fisika baik dalam OFI maupun OFA telah memberikan dampak yang positif baik untuk siswa, guru, masyarakat, bangsa maupun untuk perkembangan dan popularitas pengajaran fisika itu sendiri. Terlebih lagi prestasi sebagai juara telah mengangkat tinggi harkat bangsa Indonesia di dunia internasional. Kini bangsa-bangsa di dunia tidak lagi memandang sdm Indonesia dengan sebelah mata. Nah marilah kita lihat sekarang

berbagai dampak positif yang dirasakan akibat keberhasilan Indonesia dalam Olimpiade Fisika ini.

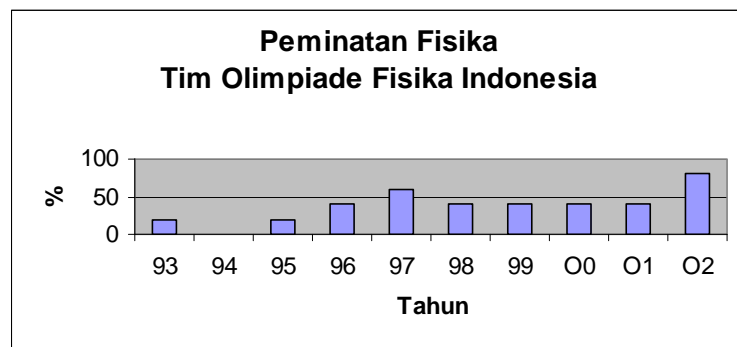
### **DAMPAK BAGI PELAJAR**

Medali-medali yang diperoleh siswa-siswa Indonesia dan beasiswa yang diterima oleh para peraih medali ini ternyata telah membangkitkan semangat kompetisi dari siswa-siswa lain untuk mengikuti olimpiade fisika. Ini terlihat dari banyaknya peminat mereka yang ingin ikut seleksi olimpiade fisika. Dimulai dari tahun 56 siswa di tahun 1993 hingga sekarang tiap tahunnya ada sekitar 2000 orang yang ikut test seleksi awal (ini tidak termasuk test seleksi tingkat sekolah dan tingkat kabupaten). Semangat kompetisi secara tidak langsung telah memperbaiki mutu para pelajar ini.

Meningkatnya semangat siswa untuk berkompetisi ini terlihat juga waktu kami berkunjung ke daerah-daerah mengadakan seminar. Begitu banyak siswa-siswa yang tertarik untuk ikut olimpiade fisika. Banyak diantara mereka telah mempersiapkan diri dengan belajar fisika tingkat tinggi. Semangat kompetisi ini juga terlihat dari semakin banyaknya siswa yang berminat mengikuti lomba-lomba fisika tingkat nasional yang diadakan oleh universitas lokal seperti: IPB Bogor, Unri Riau, Unpar (Palangkaraya), UKI Jakarta, Unika Atmajaya Jakarta, UPH Karawaci, ITB Bandung, Unnes Semarang, Unair Surabaya dan sebagainya. Lomba-lomba fisika lainnya juga banyak diadakan antar sekolah.

Dampak lainnya adalah meningkatnya kepercayaan diri dari pelajar Indonesia yang akan bertanding. Ini terasa sekali terutama ketika Tim Indonesia hendak berangkat ke Olimpiade. Semangat mereka sangat tinggi dan optimisme dan rasa percaya diri untuk meraih medali emas sangat tinggi. Mereka begitu optimis dapat mengalahkan siswa-siswa dari negara lain. Rasa percaya diri inilah yang telah menjadi faktor penting tim kita untuk meraih 6 medali emas dalam olimpiade Fisika Asia ke 4 di Thailand April 2003, sekaligus merebut gelar juara umum.

Hal lain yang menarik diamati akibat dari olimpiade fisika ini adalah meningkatnya minat para pelajar di Indonesia, terutama yang masuk tim olimpiade fisika Indonesia untuk mengambil jurusan fisika. Kalau di tahun 1993 hanya ada 1 siswa yang tertarik ke fisika, maka di tahun 2003 ini 7 dari 8 siswa yang dikirim ke olimpiade fisika Asia berminat untuk masuk fisika. Gb. 4 menunjukkan grafik peningkatan minat siswa TOFI pada fisika.



Gb. 4. Peminatan Fisika Tim Olimpiade Fisika Indonesia

Dampak lain dari olimpiade fisika adalah tumbuhnya kecintaan fisika bagi anak-anak SD dan SMP ini terlihat dari banyaknya mereka yang suka menonton acara-acara kuiz di TV yang berhubungan dengan fisika seperti Galileo (SCTV), Petualangan Dunia Fantasi (RCTI), dan LG Prima (Indosiar). Juga bisa dilihat semakin menjamurnya lembaga-lembaga seperti High Tech High Touch, Mad Science, Einstein Junior dsb yang membuat pelatihan-pelatihan fisika/IPA melalui berbagai percobaan-percobaan menarik.

### 3.2 DAMPAK BAGI GURU

Olimpiade Fisika Internasional telah mendorong para guru untuk memperbaiki pola pengajaran fisiknya. Ini terlihat dari meningkatnya permintaan training guru-guru fisika baik dari kota-kota besar seperti Jakarta, Bandung, Semarang, Surabaya, Medan, Makassar maupun dari kota-kota kecil seperti Bogor, Kupang, Palangkaraya dsb.

Belum lama ini kami mengadakan training di Papua, Pontianak, Gorontalo dan Kupang. Peserta yang hadir ternyata ada yang berasal dari tempat yang jauh sekali. Mereka naik bus selama 12 jam untuk sampai lokasi. Tidak mungkin mereka mau, kalau tidak ada motivasi yang kuat yang mendorong mereka untuk ikut pelatihan.

Pada umumnya keinginan guru ditraining ini disebabkan karena banyaknya pertanyaan soal-soal seleksi dan soal olimpiade fisika yang tidak bisa dijawab oleh siswa. Siswa yang kebingungan berusaha bertanya pada sang guru. Karena tidak mampu menjawab, para guru ini merasa bahwa dirinya perlu mendapat pelatihan lagi.

Banyak guru terutama guru yang berusia muda, merasa tertantang untuk mempersiapkan siswanya dengan baik. Guru-guru di SMU Taruna Nusantara Magelang, membagi siswa-siswanya dalam kelompok-kelompok belajar untuk membahas soal-soal olimpiade fisika sebagai persiapan mengikuti seleksi, demikian juga yang dilakukan oleh para guru di SMUN 4 Denpasar, SMU Sutomo I Medan atau SMU-SMU lain. Bahkan di Jakarta di adakan pelatihan rutin untuk guru dan siswa setiap bulan untuk olimpiade fisika ini.

Dampak olimpiade fisika ini ternyata tidak hanya melanda sekolah-sekolah umum saja, tetapi juga pesantren-pesantren. Permintaan training guru dari pesantren-pesantren mulai berdatangan dari yang ada di Tangerang, Indramayu, Jawa Tengah dan berbagai tempat di Indonesia.

Disamping training fisika teori, training fisika eksperimen juga diminati guru, terutama bagi sekolah yang peralatan eksperimennya tidak lengkap. Mereka ingin tahu bagaimana mengajar dengan menggunakan berbagai alat peraga sederhana seperti dengan sedotan, tali, gelas dsb.

### **3.3 DAMPAK BAGI FISIKA**

Beberapa tahun yang lalu Fisika sebagai momok yang menakutkan masih menghantui para siswa. Namun kini pandangan itu sedikit demi sedikit mulai

berkurang. Disini peran media massa dalam mengurangi kesan yang menakutkan ini sangat terasa. Media massa yang sedang cari berita sangat gembira dengan hasil-hasil yang dicapai oleh Tim Indonesia dalam Olimpiade Fisika ini. Koran-koran sering menulis tentang keberhasilan ini, televisi (Metro TV, SCTV, RCTI) sering mengadakan peliputan ataupun wawancara dengan siswa pemenang olimpiade. Tanpa disadari peliputan ini membuat fisika bertambah populer.

Gayungpun terus bersambut dengan semakin populernya fisika, maka setiap minggu di Kompas, Media Indonesia, tabloid Fantasi, Tempo memberikan rubrik khusus untuk fisika baik dalam bentuk tulisan maupun dalam bentuk kartun.

Peliputan yang paling hebat terjadi ketika Indonesia menjadi tuan rumah OFA tahun 2000 dan OFI tahun 2002. Pada waktu-waktu itu berbagai media menulis tentang olimpiade fisika, saat itu seolah-olah olimpiade hanya milik fisika saja. Ini yang membuat fisika menjadi sangat populer.

Bertambah populernya fisika membuat Ancol (dalam hal ini Dunia Fantasi) mengadakan program-program yang berkaitan dengan fisika seperti DUSEF, belajar fisika di Dunia Fantasi misalnya fisika roller coaster, fisika kora-kora, fisika air terjun niagara-gara, fisika kemudi putar dsb.

Bola salju terus bergulir, usaha untuk menghilangkan kesan menakutkan kini dilakukan oleh banyak pihak. Berbagai seminar “fisika yang menyenangkan” digelar diberbagai universitas seperti Unnes Semarang, IPB Bogor, Unri Riau, Unila Lampung, Diknas Kalbar, Diknas Gorontalo, Diknas Nusa Tenggara Timur dan berbagai tempat lainnya.

Akibat semakin populernya fisika, komik-komik, cerita-cerita yang bernuansa fisika mulai banyak dibaca orang. Komik Archi dan Meidy volume 1 dan 2 menjadi buku laris demikian juga Fisika itu Asyik vol 1 dan vol 2<sup>(5)</sup>.

Disekolah-sekolah dengan adanya olimpiade fisika, pelajaran fisika yang tadinya sering diacuhkan karena sulitnya kini mulai dilirik paling tidak oleh anak-anak yang cukup bagus prestasinya. Para siswa ini mencoba mengerjakan soal-soal

fisika tingkat tinggi. Secara tidak langsung siswa-siswa ini jadi cinta pelajaran fisika. Sehingga semakin banyak orang cinta fisika.

### **3.4 DAMPAK BAGI BANGSA**

Prestasi yang dicapai oleh Tim Indonesia dalam Olimpiade Fisika telah mengangkat tinggi nama bangsa dan negara kita. Hasil ini juga telah meningkatkan rasa percaya diri sebagai bangsa yang besar. Kini kita bisa berdiri tegak, mengatakan bahwa kita sebenarnya tidak kalah dengan bangsa-bangsa lain dalam kemampuan berpikir dan mengerjakan soal-soal fisika yang dianggap orang sebagai mata pelajaran tersulit. *Self esteem* atau rasa percaya diri ini merupakan modal yang sangat kuat untuk membangun bangsa yang kuat.

Hal yang lain diperoleh adalah kini anak bangsa yang telah mewakili Indonesia dalam olimpiade fisika mendapat beasiswa kuliah di berbagai universitas top di luar negeri seperti MIT (Massachusett Instute of Technology), Princeton University, Caltech (California Institute of Technology), Tokyo University, Kyoto University, University of Maryland, Taiwan National University, Nanyang Technological University dsb. Prestasi mereka di berbagai universitas top ini sangat luar biasa. Banyak penghargaan diperoleh seperti juara pertama penemuan teknik digital di Jepang, terpilih sebagai siswa terbaik di Amerika Serikat (20 besar) dsb. Mereka ini merupakan aset-aset bangsa yang sedang dipoles untuk menjadi orang-orang besar yang memiliki karya-karya yang hebat. Dan ini adalah akibat olimpiade fisika.



## **5. STRATEGI UNTUK TETAP MENJADI JUARA**

Sudah kita lihat bahwa soal-soal Olimpiade Fisika tidak mudah. Dengan pengetahuan yang diperoleh siswa dari sekolah saja tidak akan cukup untuk meraih satupun medali (bahkan honorable mention pun sulit). Agar prestasi Indonesia dapat dipertahankan, bahkan ditingkatkan ada 2 hal yang harus diperhatikan:

1. Pola Seleksi untuk memilih bibit unggul (siswa unggulan)
2. Pola Pembinaan yang benar

Sekarang mari kita lihat point ini satu persatu.

### **1. Pola Seleksi**

Selama ini pola seleksi yang dilakukan adalah sekolah memilih 2 siswa terbaiknya, kemudian siswa-siswa ini di pertandingkan di tingkat kabupaten. Dari hasil test ini dipilih 3 siswa terbaik yang kemudian di kirim untuk mengikuti seleksi tingkat propinsi. Akhirnya dari tiap propinsi memilih 3 siswa terbaik lagi untuk dipertandingkan di tingkat nasional.

Menurut kami pola seperti ini mengandung kelemahan-kelemahan. Biasanya sekolah itu memilih hanya rangking 1-2 dari sekolahnya padahal yang jago fisika biasanya tidak rangking 1. Misalnya Teguh Budimulia peraih perak pertama Indonesia, di kelasnya ia hampir rangking terakhir. Tony Tan yang mendapat medali emas di Olimpiade Fisika teluk di Turki hanya rangking ke dua dari bawah (alias hampir rangking buncit). Beberapa siswa yang mendapat medali emas dan perak bukanlah rangking 1 atau 2 disekolahnya. Made Agus Wirawan peraih emas rangking 5, Peter Sahanggamu peraih emas rangking 3, Ferdinand peraih perak rangking 4. Memang ada juga yang rangking 1 dapat medali emas seperti Rezy, Rangga dan Fadjar. Tetapi kalau kami bandingkan, umumnya yang bukan peringkat satu di sekolahnya kemampuan fisiknya (kemampuan berlogikanya lebih baik).

Kelemahan lain adalah pada sekolah-sekolah tertentu (sekolah top) ada banyak siswa yang bagus, tetapi karena 1 sekolah hanya boleh mengirimkan 2 siswa maka

siswa-siswa yang pintar dalam sekolah bisa tidak terpilih.

Kelemahan lain lagi adalah kadang kala tidak semua sekolah tidak diundang seleksi di tingkat kabupaten. Ada berbagai keluhan datang pada kami bahwa sekolah-sekolahnya tidak diundang seleksi padahal di sekolah itu terdapat siswa-siswa berbakat. Hal ini bisa karena panitia tidak mau capai-capai menghubungi seluruh sekolah atau karena memang sekolah itu terlalu jauh untuk dijangkau.

Nah kalau kita tidak mendapat bibit yang unggul, bagaimana kita bisa mempertahankan prestasi kita?

## **2. Pola Pembinaan**

Dari pengalaman kami, prestasi yang diraih tim kita sangat tergantung pada lamanya pembinaan (training intensif). Dua bulan training kita hanya bisa mengharapkan mendapat perunggu (TOFI 1993 melakukan ini), 1 bulan training tidak dapat apa-apa (TOFI 1994), 5 bulan training jarak jauh + 2 bulan training intensif dapat perak (TOFI 1995), 7 bulan training intensif dapat 1 emas (TOFI 1999), 1 tahun training intensif dapat emas lebih banyak (TOFI 2002, 3 emas).

Jadi untuk mendapat emas, maka waktu trainingnya harus diperlama. Lamanya training ini berkaitan dengan bahan yang begitu banyak yang harus dipelajari. Bayangkan dalam waktu yang singkat (1 tahun) siswa harus mendalami materi fisika tingkat perguruan tinggi bahkan soal-soal setara program S2. Jika siswa akan ditraining lebih dari 1 tahun tentu ada kendala dengan sekolahnya masing-masing.

Bagaimana mengatasi kedua masalah ini? Jawabnya adalah **Pusat Fisika!**

## **PUSAT FISIKA**

Pusat fisika merupakan semacam kursus fisika/matematika tambahan yang diberikan untuk siswa-siswa SD kelas VI, SMP kelas 1, SMP kelas II untuk persiapan olimpiade fisika.

Didalam pusat fisika ini para peserta belajar selama 4 tahun dengan materi sebagai berikut:

Tahun I: Matematika SMU (kelas I,II,III selesai)

Tahun II: Fisika SMU (kelas I,II,III selesai)

Tahun III: Fisika Perguruan tinggi/materi Olimpiade Fisika

Tahun IV: pemolesan untuk olimpiade fisika,

Waktu belajar 2 kali seminggu masing-masing 2 jam. Dilaksanakan pada waktu sore (jam 15.00 – 17.00 atau jam 17.00 – 19.00) sehingga tidak mengganggu jadwal sekolah). Siapa saja yang merasa berbakat dalam fisika maupun matematika boleh bergabung tidak dipungut biaya (sehingga anak yang tidak mampu secara ekonomi dapat bergabung juga).

Mengapa harus 4 tahun? Kita sudah lihat di atas bahwa soal-soal fisika yang dipertandingkan adalah soal fisika tingkat tinggi yang butuh waktu untuk memamatkannya. Waktu yang singkat tidak dapat membuat siswa menikmati belajar fisika dan kurang meresap. Itu sebabnya dengan pembinaan 4 tahun yang dimulai dengan penguasaan matematika diharapkan siswa benar-benar siap dalam penguasaan materi.

Pelatih yang dipilih dari tiap pusat fisika harus dipilih dari guru-guru yang berpengalaman, ditraining dulu selama beberapa waktu sehingga dalam pemberian materi sesuai dengan yang kami harapkan. Pelatih ini harus diberi insentif yang menantang (katakan Rp. 2,5 juta/bulan untuk mengajar 1 minggu 5 hari @ 4 jam) sehingga pelatih ini bisa benar-benar berkonsentrasi memajukan pusat fisika ini. Tiap pusat fisika idealnya 2 pelatih.

Tempat pelatihan bisa disekolah, dikantor, di ruko atau ditempat apa saja asalkan ada papan tulis dan anak-anak dapat belajar dengan tenang.

Tiap 3 bulan diadakan test seleksi. Diharapkan diakhir tahun ke 4 tiap pusat fisika dapat memilih 3 sampai 5 siswa terbaik.

Tiap kabupaten minimal ada 2 pusat fisika. Jadi kita harapkan ada 600 pusat fisika di seluruh tanah air.

Nah dengan 600 pusat fisika ini kita akan mempunyai sekitar 1800 – 3000 siswa yang telah dibina selama 3 tahun. Tentu untuk memilih 5 siswa yang akan mewakili Indonesia dalam olimpiade fisika internasional dan 8 siswa yang akan ke olimpiade asia, tidak sukar bukan?

### **Sponsor**

Tadi telah dikatakan bahwa pusat fisika ini gratis bagi peserta. Karena itu kita harus mencari dana untuk membiayai guru/pelatih dan keperluan pusat fisika (alat tulis). Sponsor dapat dicari dari sekolah-sekolah yang bersedia tempatnya dijadikan pusat fisika (pusat fisika ini dapat menjadi alat promosi yang baik bagi sekolah-sekolah ini) ataupun dari perusahaan-perusahaan dimana nama perusahaan dipakai sebagai nama pusat fisika (misalnya: Pusat Fisika City Bank). Atau kita bisa minta pada pemda setempat untuk membuat pusat-pusat fisika ini.

## **KESIMPULAN**

Telah kita lihat bahwa olimpiade fisika yang dimulai sejak tahun 1967 ternyata memberi dampak yang luar biasa bagi perkembangan fisika di suatu negara. bukan hanya untuk pelajar saja tetapi juga untuk guru. Secara tidak langsung juga kita telah lihat bahwa olimpiade fisika telah memberikan dampak bagi yang besar bagi bangsa Indonesia bukan hanya karena siswa-siswa yang menang bisa kuliah di universitas ternama di dunia, tetapi juga karena hasil yang diperoleh tim olimpiade fisika Indonesia ini telah membangkitkan rasa percaya diri bahwa kita

adalah bangsa yang besar yang mempunyai kemampuan untuk menatap ke depan dengan penuh harapan.

Dampak untuk fisika itu sendiri telah kita lihat bahwa kini fisika semakin populer, semakin banyak buku fisika populer diterbitkan dan semakin banyak orang bicara tentang fisika. Ini suatu hal yang sangat menggembirakan kita semua. Karena kita tahu bahwa dengan berkembangnya fisika di suatu negara maka negara itu akan berkembang dengan pesat (lihat saja Finlandia, hanya dengan handphone Ericson saja sudah berkembang menjadi suatu negara industri yang baik, apalagi kalau suatu negara mempunyai banyak fisikawan yang banyak menciptakan alat-alat baru ataupun industri-industri yang berhubungan dengan teknologi terkini).

Kesimpulan lain yang kita bisa buat adalah bahwa untuk meraih prestasi terbaik di olimpiade fisika kita harus menggunakan strategi pembentukan pusat-pusat fisika diberbagai daerah. Beberapa kegunaan pusat fisika yang dapat disimpulkan adalah:

1. Bagi negara: mudah memilih wakil-wakil yang tepat untuk Olimpiade Fisika secara fair.
2. Bagi guru: akan terjadi perlombaan sehat untuk menjadi guru terbaik sehingga dapat membina pusat fisika yang tentunya ini berkaitan dengan insentif yang menarik yang ditawarkan pusat fisika ini.
3. Bagi siswa: mendapat pelajaran tambahan secara gratis sehingga semua siswa berbakat dapat berpartisipasi.
4. Bagi sponsor: menjadi alat promosi yang baik disamping menyumbang untuk sesuatu yang bermanfaat.
5. Bagi masyarakat: meningkatnya kepedulian akan pendidikan anak.
6. Bagi pendidikan: meningkatnya mutu pendidikan terutama fisika di seluruh tanah air.

Nah dengan pusat-pusat fisika ini maka cita-cita kita untuk menjadi juara dunia setiap tahunnya bukan mustahil dapat terealisasi sehingga dunia akan melihat

bahwa sdm Indonesia adalah merupakan sdm yang sungguh-sungguh bisa diandalkan dan tidak boleh dipandang sebelah mata lagi.

Kita juga harapkan ini bukan hanya untuk Fisika saja tetapi juga untuk Kimia, Matematika, Biologi, dan Komputer.

## APENDIK 1

### Statutes of the International Physics Olympiads

*Version accepted in 1999 in Padova (Italy)*

*Changes: 2000 – Leicester (Great Britain)*

*2001 – Antalya (Turkey)*

*2002 - Bali (Indonesia)*

#### §1

*In recognition of the growing significance of physics in all fields of science and technology, and in the general education of young people, and with the aim of enhancing the development of international contacts in the field of school education in physics, an annual physics competition has been organised for secondary school students. The competition is called the International Physics Olympiad and is a competition between individuals.*

#### §2

*The competition is organised by the Ministry of Education, the Physical Society or another appropriate institution of one of the participating countries on whose territory the competition is to be conducted. The organising country is obliged to ensure equal participation of all the delegations, and to invite teams from all those countries that participated during the last three years. Additionally, it has the right to invite other countries.*

*No country may have its team excluded from participation on any political reasons resulting from political tensions, lack of diplomatic relations, lack of recognition of some country by the government of the organising country, imposed embargoes and similar reasons. When difficulties preclude formal invitation of the team representing a country students from such a country should be invited to participate as individuals.*

*The competition is conducted in the friendly atmosphere designed to promote future collaborations and to encourage the formation of friendship in the scientific community. Therefore all possible political tensions between the participants should not be reflected in any activity during the competition. Any political activity directed against any individuals or countries is strictly prohibited.*

### §3

*Each participating country shall send a delegation, normally consisting of five students (contestants) and two accompanying persons (delegation leaders) at most.*

*The contestants shall be students of general or technical secondary schools i.e. schools which cannot be considered technical colleges. Students who have finished their school examinations in the year of the competition can be members of the team as long as they have not commenced their university studies. The age of the contestants should not exceed twenty years on June 30th of the year of the competition.*

*The delegation leaders must be specialists in physics or physics teachers, capable of solving the problems of the competition competently. Each of them should be able to speak English.*

### §4

*The Organisers of the Olympiad determine in accordance to the programme the day of arrival and the day of departure as well as the place in their country from which the delegations are supposed to arrive and depart. The costs for each delegation as a result of activities connected to the Olympiad from the day of arrival till the day of departure are covered by the Organising Committee.*

### §5

*The competition shall be conducted over two days, one for the theoretical examination and one for the experimental examination. There will be at least one full day of rest between the examinations.*

*The theoretical examination shall consist of three theoretical problems and shall be of five hours total duration.*

*The experimental examination shall consist of one or two problems and shall be of five hours total duration.*

*Contestants may bring into the examination drawing instruments and non-programmable pocket calculators. No other aids may be brought into the examination.*

*The theoretical problems should involve at least four areas of physics taught at secondary school level, (see Syllabus). Secondary school students should be able to solve the competition problems with standard high school mathematics and without extensive numerical calculation.*



*The competition tasks are chosen and prepared by the host country and have to be accepted by the International Board (§ 7).*

*The host country has to prepare at least one spare problem, which will be presented to the International Board if one of the first three theoretical problems is rejected by two thirds of members of the International Board. The rejected problem cannot be considered again.*

## **§6**

*The total number of marks awarded for the theoretical examination shall be 30 and for the experimental examination 20. The competition organiser shall determine how the marks are allocated within the examinations.*

*After preliminary grading (prior to discussion of the grading with the delegation leaders) the organizers establish minima (expressed in points) for Gold Medals, Silver Medals, Bronze Medals and Honourable Mentions according to the following rules:*

- a) The minimum suggested by the organizers for the Gold Medal should ensure that the Gold Medal would be obtained by 6% of the contestants.*
- b) The minimum suggested by the organizers for the Silver Medal should ensure that the Gold or Silver Medals would be obtained by 18% of the contestants.*
- c) The minimum suggested by the organizers for the Bronze Medal should ensure that the Gold, Silver or Bronze Medals would be obtained by 36% of the contestants.*
- d) The minimum suggested by the organizers for the Honourable Mention should ensure that an Olympic Medal or Honourable Mention would be obtained by 60% of the contestants.*

*The minima corresponding to the above mentioned percents (6, 18, 36 and 60) should be expressed as integers by rounding off possible fractional numbers to the nearest lower integers (under assumption that the maximum possible score is 50 points). The suggested minima shall be considered carried if one half or more of the number of the Members of the International Board cast their vote in the affirmative.*

*Results of those candidates who only receive a certificate of participation should strictly remain to the knowledge of the Members of the International Board and persons allowed to attend its meetings.*

## §7

*The governing body of the IPhO is the International Board, which consists of the delegation leaders from each country attending the IPhO.*

*The chairman of the International Board shall be a representative of the organising country when tasks, solutions and evaluation guidelines are discussed and the President of the IPhO in all other topics.*

*A proposal placed to the International Board, except Statutes, Regulations and Syllabus (see § 10), shall be considered carried if more than 50% of all delegation leaders present at the meeting vote in the affirmative. Each delegation leader is entitled to one vote. In the case of equal number of votes for and against, the chairman has the casting vote. The quorum for a meeting of the International Board shall be one half of those eligible to vote.*

*The International Board has the following responsibilities:*

- a) to direct the competition and supervise that it is conducted according to the regulations;*
- b) to ascertain, after the arrival of the competing teams, that all their members meet the requirements of the competition in all aspects. The Board will disqualify those contestants who do not meet the stipulated conditions;*
- c) to discuss the Organisers' choice of tasks, their solutions and the suggested evaluation guidelines before each part of the competition. The Board is authorised to change or reject suggested tasks but not to propose new ones. Changes may not affect experimental equipment. There will be a final decision on the formulation of tasks and on the evaluation guidelines. The participants in the meeting of the International Board are bound to preserve secrecy concerning the tasks and to be of no assistance to any of the participants;*
- d) to ensure correct and just classification of the students. All grading has to be accepted by the International Board;*
- e) to establish the winners of the competition and make a decision concerning presentation of the medals and honourable mentions. The decision of the International Board is final;*
- f) to review the results of the competition;*
- g) to select the countries which will be assigned the organisation of future competitions;*
- h) to elect the members of the Secretariat of the IPhO.*

## §8

*The long-term work involved in organising the Olympiads is co-ordinated by a Secretariat for the International Physics Olympiads. This Secretariat consists of the President and Secretary. They are elected by the International Board for a period of five years when the chairs become vacant.*

*The President and the Secretary of the IPhO should be invited to the Olympiads as the members and heads of the International Board, their relevant expenses should be paid by the organizers of the competition. The President and the Secretary should not be leaders of any national team.*

*There shall be an Advisory Committee convened at the President of the IPhOs. The Advisory Committee consists of:*

- 1. The President,*
- 2. The Secretary,*
- 3. The host of the past Olympiad,*
- 4. The hosts of the next two Olympiads,*
- 5. Such other persons appointed by the President.*

## §9

*The working language of the IPhO is English.*

*The competition problems should be presented to the International Board in English, Russian, German, French and Spanish.*

*The solutions to the problems should be presented in English.*

*It is the responsibility of the delegation leaders to translate the problems into languages required by their students.*

*These statutes and other IPhO-documents shall be written in English.*

*Meetings of the International Board shall be held in English.*

## §10

*These statutes are supplemented by*

- Regulations concerning the details of the organisation*
- the Syllabus mentioned in § 5.*

*Proposals for amendment to these Statutes and the supplementing documents may be submitted to the president or his nominee no later than December 15<sup>th</sup> prior to consideration.*

*The President shall circulate, no later than March 15<sup>th</sup>, all such proposals together with the recommendation of the President's Advisory Committee, to the last recorded address of each delegation leader who attended at the last IPhO.*

*Such proposals shall be considered by a meeting of the International Board at the next IPhO and shall be considered carried if*

- *in case of Statutes and Syllabus two thirds or more and*
- *in case of Regulations more than one half*

*of the number of the members of the International Board cast their vote in the affirmative. Such changes shall take effect from the end of the current IPhO and cannot affect the operation of the competition in progress.*

### **§11**

*Participation in an International Physics Olympiad signifies acceptance of the present Statutes by the Ministry of Education or other institution responsible for sending the delegation*

## **APENDIK 2 THE SYLLABUS**

### **General**

- a. The extensive use of the calculus (differentiation and integration) and the use of complex numbers or solving differential equations should not be required to solve the theoretical and practical problems.*
- b. Questions may contain concepts and phenomena not contained in the Syllabus but sufficient information must be given in the questions so that candidates without previous knowledge of these topics would not be at a disadvantage.*
- c. Sophisticated practical equipment likely to be unfamiliar to the candidates should not dominate a problem. If such devices are used then careful instructions must be given to the candidates.*
- d. The original texts of the problems have to be set in the SI units.*

### **A. Theoretical Part**

*The first column contains the main entries while the second column contains comments and remarks if necessary.*

## **1. Mechanics**

<i>a) Foundation of kinematics of a point mass</i>	<i>Vector description of the position of the point mass, velocity and acceleration as vectors</i>
<i>b) Newton's laws, inertial systems</i>	<i>Problems may be set on changing mass</i>
<i>c) Closed and open systems, momentum and energy, work, power</i>	
<i>d) Conservation of energy, conservation of linear momentum, impulse</i>	
<i>e) Elastic forces, frictional forces, the law of gravitation, potential energy and work in a gravitational field</i>	<i>Hooke's law, coefficient of friction (<math>F/R = \text{const}</math>), frictional forces, static and kinetic, choice of zero of potential energy</i>
<i>f) Centripetal acceleration, Kepler's laws</i>	

## **2. Mechanics of Rigid Bodies**

<i>a) Statics, center of mass, torque</i>	<i>Couples, conditions of equilibrium of bodies</i>
<i>b) Motion of rigid bodies, translation, rotation, angular velocity, angular acceleration, conservation of angular momentum</i>	<i>Conservation of angular momentum about fixed axis only</i>
<i>c) External and internal forces, equation of motion of a rigid body around the fixed axis, moment of inertia, kinetic energy of a rotating body</i>	<i>Parallel axes theorem (Steiner's theorem), additivity of the moment of inertia</i>
<i>d) Accelerated reference systems, inertial forces</i>	<i>Knowledge of the Coriolis force formula is not required</i>

## **3. Hydromechanics**

*No specific questions will be set on this but students would be expected to know the elementary concepts of pressure, buoyancy and the continuity law.*

#### **4. Thermodynamics and Molecular Physics**

<i>a) Internal energy, work and heat, first and second laws of thermodynamics</i>	<i>Thermal equilibrium, quantities depending on state and quantities depending on process</i>
<i>b) Model of a perfect gas, pressure and molecular kinetic energy, Avogadro's number, equation of state of a perfect gas, absolute temperature</i>	<i>Also molecular approach to such simple phenomena in liquids and solids as boiling, melting etc.</i>
<i>c) Work done by an expanding gas limited to isothermal and adiabatic processes</i>	<i>Proof of the equation of the adiabatic process is not required</i>
<i>d) The Carnot cycle, thermodynamic efficiency, reversible and irreversible processes, entropy (statistical approach), Boltzmann factor</i>	<i>Entropy as a path independent function, entropy changes and reversibility, quasistatic processes</i>

#### **5. Oscillations and waves**

<i>a) Harmonic oscillations, equation of harmonic oscillation</i>	<i>Solution of the equation for harmonic motion, attenuation and resonance - qualitatively</i>
<i>b) Harmonic waves, propagation of waves, transverse and longitudinal waves, linear polarization, the classical Doppler effect, sound waves</i>	<i>Displacement in a progressive wave and understanding of graphical representation of the wave, measurements of velocity of sound and light, Doppler effect in one dimension only, propagation of waves in homogeneous and isotropic media, reflection and refraction, Fermat's principle</i>
<i>c) Superposition of harmonic waves, coherent waves, interference, beats, standing waves</i>	<i>Realization that intensity of wave is proportional to the square of its amplitude. Fourier analysis is not required but candidates should have some understanding that complex waves can be made from addition of simple sinusoidal waves of different frequencies. Interference due to thin films and other simple systems (final formulae are not required),</i>

	<i>superposition of waves from secondary sources (diffraction)</i>
--	--

### **6. Electric Charge and Electric Field**

<i>a) Conservation of charge, Coulomb's law</i>	
<i>b) Electric field, potential, Gauss' law</i>	<i>Gauss' law confined to simple symmetric systems like sphere, cylinder, plate etc., electric dipole moment</i>
<i>c) Capacitors, capacitance, dielectric constant, energy density of electric field</i>	

### **7. Current and Magnetic Field**

<i>a) Current, resistance, internal resistance of source, Ohm's law, Kirchhoff's laws, work and power of direct and alternating currents, Joule's law</i>	<i>Simple cases of circuits containing non-ohmic devices with known V-I characteristics</i>
<i>b) Magnetic field (B) of a current, current in a magnetic field, Lorentz force</i>	<i>Particles in a magnetic field, simple applications like cyclotron, magnetic dipole moment</i>
<i>c) Ampere's law</i>	<i>Magnetic field of simple symmetric systems like straight wire, circular loop and long solenoid</i>
<i>d) Law of electromagnetic induction, magnetic flux, Lenz's law, self-induction, inductance, permeability, energy density of magnetic field</i>	
<i>e) Alternating current, resistors, inductors and capacitors in AC-circuits, voltage and current (parallel and series) resonances</i>	<i>Simple AC-circuits, time constants, final formulae for parameters of concrete resonance circuits are not required</i>

## 8. Electromagnetic waves

<i>a) Oscillatory circuit, frequency of oscillations, generation by feedback and resonance</i>	
<i>b) Wave optics, diffraction from one and two slits, diffraction grating, resolving power of a grating, Bragg reflection,</i>	
<i>c) Dispersion and diffraction spectra, line spectra of gases</i>	
<i>d) Electromagnetic waves as transverse waves, polarization by reflection, polarizers</i>	<i>Superposition of polarized waves</i>
<i>e) Resolving power of imaging systems</i>	
<i>f) Black body, Stefan-Boltzmann's law</i>	<i>Planck's formula is not required</i>

## 9. Quantum Physics

<i>a) Photoelectric effect, energy and impulse of the photon</i>	<i>Einstein's formula is required</i>
<i>b) De Broglie wavelength, Heisenberg's uncertainty principle</i>	

## 10. Relativity

<i>a) Principle of relativity, addition of velocities, relativistic Doppler effect</i>	
<i>b) Relativistic equation of motion, momentum, energy, relation between energy and mass, conservation of energy and momentum</i>	

## 11. Matter

<i>a) Simple applications of the Bragg equation</i>	
---	--



<i>b) Energy levels of atoms and molecules (qualitatively), emission, absorption, spectrum of hydrogen like atoms</i>	
<i>c) Energy levels of nuclei (qualitatively), alpha-, beta- and gamma-decays, absorption of radiation, half-life and exponential decay, components of nuclei, mass defect, nuclear reactions</i>	

### ***B. Practical Part***

*The Theoretical Part of the Syllabus provides the basis for all the experimental problems. The experimental problems given in the experimental contest should contain measurements.*

***Additional requirements:***

- 1. Candidates must be aware that instruments affect measurements.*
- 2. Knowledge of the most common experimental techniques for measuring physical quantities mentioned in Part A.*
- 3. Knowledge of commonly used simple laboratory instruments and devices such as calipers, thermometers, simple volt-, ohm- and ammeters, potentiometers, diodes, transistors, simple optical devices and so on.*
- 4. Ability to use, with the help of proper instruction, some sophisticated instruments and devices such as double-beam oscilloscope, counter, ratemeter, signal and function generators, analog-to-digital converter connected to a computer, amplifier, integrator, differentiator, power supply, universal (analog and digital) volt-, ohm- and ammeters.*
- 5. Proper identification of error sources and estimation of their influence on the final result(s).*
- 6. Absolute and relative errors, accuracy of measuring instruments, error of a single measurement, error of a series of measurements, error of a quantity given as a function of measured quantities.*
- 7. Transformation of a dependence to the linear form by appropriate choice of variables and fitting a straight line to experimental points.*
- 8. Proper use of the graph paper with different scales (for example polar and logarithmic papers).*
- 9. Correct rounding off and expressing the final result(s) and error(s) with correct number of significant digits.*
- 10. Standard knowledge of safety in laboratory work. (Nevertheless, if the experimental set-up contains any safety hazards the appropriate warnings should be included into the text of the problem.)*

## **KEPUSTAKAAN:**

- (1) Gorzkowski, Waldemar, 1990. *International Physics Olympiad Vol. 1*, Singapore: World Scientific.
- (2) Zamroni, Herwindo Haribowo, Yohanes Surya, Saparudin, 2000. *Tim Olimpiade Fisika Indonesia*. Jakarta: PT Sumber Daya MIPA.
- (3) International Physics Olympiads: [www.jyu.fi/iph](http://www.jyu.fi/iph) Juni 2003.
- (4) Asian Physics Olympiad: [www.apho.org](http://www.apho.org) Juni 2003
- (5) Komunikasi dengan PT SDM 2002

Kontak penulis: [yohaness@centrin.net.id](mailto:yohaness@centrin.net.id)