

Olimpiada de Física

Pere Seglar i Comas

Introducció

Crec que l'Olimpiada Internacional de Física (OIF) va sorgir per mimetisme de l'Olimpiada Internacional de Matemàtiques, que va començar l'any 1959 per iniciativa de la Societat Romana de Matemàtiques. També va sorgir de converses entre físics hongaresos, txecoslovacs i polonesos. Es va celebrar per primera vegada l'any 1967 a Varsòvia (Polònia) amb la participació de Bulgària, Txecoslovàquia, Hongria i Romania.

La segona OIF va tenir lloc l'any 1968 a Budapest amb vuit països participants. A més dels anteriors s'hi van afegir Alemanya Oriental, la Unió Soviètica i Iugoslàvia. En aquesta competició va sorgir la necessitat de confeccionar uns estatuts. Estatuts que, en lleugeres modificacions fetes l'any 1984 durant la celebració de XV OIF a Sigtuna (Suècia), continuen vigents fins avui.

Al principi l'OIF va estar reclusa als països denominats del Bloc de l'Est i no ha estat fins a l'any 1981 amb algunes excepcions que els països del Bloc Occidental no s'han interessat per l'OIF. Actualment hi ha uns 38 països participants.

Espanya arran del fet que l'ICE de la Universitat de Salamanca demanés permís per traduir el llibre que conté les proves de les 15 primeres OIF, va ser invitada a acudir com a observadora a la XIX Olimpiada Internacional de Física celebrada l'any 1988 a Bod Ischl (Àustria). A través dels informes presentats, el MEC va prendre la decisió que Espanya participés a les OIF i va encarregar a la Reial Societat Espanyola de Física l'organització de la participació en aquestes proves.

Espanya va participar per primera vegada a la XXI OIF celebrada l'any 1990 a Gröninge (Holanda). Les universitats de Catalunya han participat de forma conjunta en aquest projecte. Dels cinc estudiants que se seleccionen a nivell estatal per participar a la fase internacional, els resultats han estat els següents:

- 1991 David Rebollo Monedero – IB l'Alzina
Albert Roura Cremols – Sagrada Família, Horta
Rubio Rodríguez – Abat Oliba, Barcelona
- 1992 Josep Vallès Sánchez – Abat Oliba, Igualada
- 1993 David Reguera – IB l'Alzina

Els resultats que s'han obtingut en la fase internacional no són gaire satisfactoris, però de tota manera sembla que hi ha unes quantes iniciatives per tal de

millorar les classificacions que hi obtenen els nostres alumnes participants.

La participació espanyola a les OIF es fa a través d'un procés planificat en tres etapes, cadascuna de les quals culmina en la realització d'unes proves. La primera etapa, *fase local*, la constitueix el procés de selecció dels concursants a la prova estatal; el nombre màxim de seleccionats és de tres per universitat. La segona etapa, *fase nacional*, està constituïda per les proves estatals en les quals se seleccionen un màxim de cinc alumnes que formaran l'equip de participants espanyols en la prova internacional. La tercera etapa, *fase internacional*, consisteix en la preparació i la participació dels seleccionats a l'Olimpiada Internacional pròpiament dita.

A la fase local a Catalunya els responsables han estat: Pere Seglar, Francisco Fernández, Félix Marco, Albert Bramón i Luis Navarro. Mentre que els responsables de la fase estatal han estat: Alfredo Fiembulo Ramos, Antonio Bernalte Miralles, Ángela Calvo Redondo, José Casanova Colas, José M. Pastor Benavides i Rafael Pérez Cordon.

A la taula es mostra una llista dels premis que reben els estudiants.

La fase local de l'OIF a Catalunya ha estat subvencionada per la coordinació de COU i PAAU de la Generalitat de Catalunya.

A continuació es ressenya el temari sobre el qual versen les proves de la fase internacional de l'OIF.

Temari ¹

Observacions generals

- a) No s'exigirà, ni per resoldre els problemes de caràcter teòric ni els de caràcter pràctic, un ús extensiu del càlcul (diferencial i integral), així com tampoc serà necessària la utilització de nombres complexos ni el coneixement de tècniques de resolució d'equacions diferencials.

¹Les observacions generals són les actualitzades a l'olimpiada celebrada a l'Havana el juliol de 1991; la part teòrica correspon a l'adoptada a l'olimpiada de Varsòvia de 1989, mentre que les de la part pràctica procedeixen de l'olimpiada de Londres de 1986

FASE LOCAL	MEC	UB	UPC
Primers classificats	50.000	Matrícula gratuïta el 1r any a la Facultat de Física	Matrícula gratuïta el 1r any als tres primers classificats
Segons classificats	35.000		
Tercers classificats	25.000		
FASE NACIONAL	MEC		
Els cinc classificats	100.000		

- b) Les qüestions que es presentin poden referir-se a conceptes i fenòmens no inclosos en aquest temari. Si aquest és el cas, es donarà suficient informació en els enunciats, de manera que els candidats que no tinguin coneixement previ del concepte o del fenomen no es trobin en situació de desavantatge respecte dels altres participants.
- c) Mai no es posarà als participants en situació d'haver d'utilitzar de manera majoritària, en un problema, material sofisticat que tingui alta probabilitat de no ser-los familiar. Si arribava el cas d'haver d'usar aquest tipus de material en algun moment, es donaran instruccions detallades d'ús als participants.
- d) Els enunciats dels problemes es formularan en unitats del Sistema Internacional.

Part teòrica

Mecànica:

Fonaments de la cinemàtica del punt material (descripció vectorial de posició, velocitat i acceleració). Lleis de Newton i sistemes inercials (inclosos problemes de masses variables). Sistemes tancats i sistemes oberts. Moment lineal i energia, treball i potència. Conservació de l'energia, conservació del moment lineal, impuls. Forces elàstiques (Llei de Hooke). Forces de fricció (fricció estàtica i fricció dinàmica). Llei de la gravitació, energia potencial i treball en un camp gravitatori (elecció del zero d'energia potencial). Acceleració centrípeta i lleis de Kepler.

Mecànica del sòlid rígid:

Estàtica, centre de masses i moment de les forces (parell de forces, condicions d'equilibri dels sòlids). Moviment del sòlid rígid, translació, rotació, velocitat angular, acceleració i conservació del moment angular (conservació només en moviments al voltant d'un eix fix). Forces externes i forces internes. Equació del moviment del sòlid rígid al voltant d'un eix fix. Moment d'inèrcia (teorema de Steiner, additivitat dels moments d'inèrcia) i energia cinètica d'un sòlid en rotació. Sistemes de referència accelerats. Forces d'inèrcia (no es demanarà conèixer la fórmula de la força de Coriolis).

Mecànica de fluids:

No es plantejaran qüestions específiques respecte a aquest tema, però se suposa als participants el coneixement dels conceptes elementals de pressió, força d'Arquímedes i de l'equació de continuïtat.

Termodinàmica i física molecular:

Energia interna, calor i treball. Primer i segon principis de la termodinàmica (equilibri tèrmic, magnituds el valor de les quals depèn de l'estat del sistema i magnituds el valor de les quals depèn dels processos seguits). Model del gas ideal. Pressió i energia cinètica. Nombre d'Avogadro i equació d'estat d'un gas ideal. Escala absoluta de temperatura. (També es considerarà el model molecular en la descripció de fenòmens senzills en fases sòlides i líquides: ebullició, fusió, etc.). Treball d'expansió dels gasos en processos isotèrmics i adiabàtics (no es demanarà l'equació dels processos adiabàtics). Cicle de Carnot, eficiència i rendiment termodinàmics. Processos reversibles i processos irreversibles. L'entropia en la seva interpretació estadística. Factor de Boltzmann (noció de reversibilitat d'un procés. Processos quasi-estàtics).

Oscil·lacions i ones:

Oscil·lacions harmòniques. Equació de l'oscil·lador harmònic (atenuació i ressonància des d'una perspectiva qualitativa). Ones harmòniques, propagació (desplaçament d'una ona progressiva i comprensió de la representació gràfica de l'ona; reflexió i refracció; principi de Fermat), ones transversals i ones longitudinals; polarització lineal. Efecte Doppler clàssic. Les ones sonores. (Medició de la velocitat de les ones sonores i de llum). Superposició d'ones harmòniques. Ones coherents i interferències. Pulsacions i ones estacionàries. (Cal que els participants tinguin present que la intensitat de l'ona és proporcional al quadrat de la seva amplitud. Cal que els candidats coneguin que les ones complexes es poden considerar superposició d'ones sinusoidals de diverses freqüències. A més, es demana el coneixement de les interferències produïdes per capes fines i per altres sistemes senzills, sense que calgui el coneixement de les fórmules finals corresponents, i el coneixement del fenomen de la difracció.)

Càrregues elèctriques i camp electrostàtic:

Conservació de la càrrega i llei de Coulomb. Camp electrostàtic, potencial i teorema de Gauss. (Cal també conèixer el moment elèctric dipolar). Condensadors, capacitat, constant dielèctrica i densitat d'energia del camp electrostàtic.

Corrent elèctric i camp magnètic:

Corrent, resistència, resistència interna de les fonts. Llei d'Ohm. Lleis de Kirchhoff. Treball i potència en corrent continu i en corrent altern. Llei de Joule (en general, es poden tractar casos de circuits que contenen elements no lineals de corba característica tensió-intensitat donada). Camp magnètic (camp B) creat per un corrent i acció d'un camp magnètic sobre un corrent. Força de Lorentz (aplicacions senzilles com ara el ciclotró. També, el moment dels dipòls magnètics). Llei d'Ampère (i determinació de camps magnètics creats per sistemes senzills amb suficient simetria, com són les espirals circulars i els solenoides llargs). Llei de la inducció electromagnètica. Flux magnètic i llei de Lenz. Autoinducció, coeficient d'autoinducció, permeabilitat dels medis i densitat d'energia d'un camp magnètic. Corrent altern, resistències, bobines i condensadors en circuits de corrent altern. Ressonàncies de tensió i d'intensitat en circuits paral·lel i sèrie (es tractarà amb circuits senzills. No es demanarà el coneixement de les fórmules finals dels paràmetres de ressonàncies específiques).

Ones electromagnètiques:

Circuits oscil·lants, freqüència de les oscil·lacions, generació per retroalimentació i ressonància. Òptica ondulatòria. Difracció per una i per dues escaletes, xarxes de difracció i poder resolutori d'una xarxa; reflexió de Bragg. Espectres de dispersió i espectres de difracció. Línies espectrals dels gasos. Caràcter transversal de les ones electromagnètiques. Polarització per reflexió. Polaritzadors (i superposició d'ones polaritzades). Poder de resolució d'un sistema d'imatges. El cos negre. Llei de Stefan-Boltzmann (no es demanarà la fórmula de Planck).

Física quàntica:

Efecte fotoelèctric, energia i impuls d'un fotó (inclosa la fórmula d'Einstein). Longitud d'ona de De Broglie. Principi d'incertesa de Heisenberg.

Relativitat:

Principi de relativitat, composició de velocitats i efecte Doppler relativista. Equació relativista del moviment; moment lineal i energia; relació entre massa i energia; conservació de l'energia i del moment lineal.

Matèria:

Aplicacions senzilles de l'equació de Bragg. Nivells energètics dels àtoms (nivell qualitatiu); emissió i absorció. Espectre dels àtoms hidrogenoïdes. Nivells d'energia en els nuclis atòmics (qualitativament). Desintegracions α ,

β i γ . Absorció de la radiació. Vida mitjana i desintegració exponencial. Elements constituents dels nuclis, defecte de massa i reaccions nuclears.

Part pràctica

Els problemes experimentals que es plantegin es basaran en el temari de la part teòrica i, en tot cas, contindran mesures. Caldrà tenir en compte els requeriments addicionals següents:

- a) Els participants tindran en compte que els instruments afecten el resultat de les mesures.
- b) Es demanarà el coneixement de la majoria de les tècniques experimentals comunes per a la mesura de les magnituds esmentades a la part teòrica.
- c) Es demanarà el coneixement d'instruments senzills de laboratori, com ara calibradors, termòmetres, mesuradors de corrent i de tensió, potenciómetres, díodes, transistors, dispositius òptics senzills, etc.
- d) Es demanarà mostrar l'habilitat que es té per utilitzar, amb l'acompanyament de les instruccions degudes, alguns instruments sofisticats com ara els oscil·loscopis de doble canal, comptadors, generadors de funcions d'ona, fonts de potència i instruments de mesura de tensió-intensitat analògics i digitals.
- e) Es demanarà una identificació adient de les fonts d'error i una estimació de la seva influència en els resultats finals.
- f) Es demanarà un cert tractament d'errors: errors relatiu i absolut, exactitud dels instruments de mesura, error d'un instrument simple i d'una cadena d'instruments, error d'una quantitat determinada en funció dels errors de les quantitats mesurades que la determinen, etc.
- g) Elecció adient de variables que permetin transformar una dependència a la forma lineal i ajustament de rectes als punts determinats experimentalment.
- h) Es demanarà una adequada utilització del paper mil·limetrat (o paper polar, paper logarítmic, etc.)
- i) Es demanarà un arrodoniment pertinent en l'expressió dels resultats finals i dels errors, amb l'ús del nombre de xifres significatives que en cada cas pertoqui.
- j) Es requerirà un coneixement general de les mesures de seguretat pròpies del treball en el laboratori.