

**Concorso di ammissione ai Corsi ordinari dello IUSS
a.a. 2011/2012
Tracce della prova scritta 13 settembre 2011**

Italiano

Come (ri)leggere il messaggio, poetico ed etico, della *Palinodia al marchese Gino Capponi* di Giacomo Leopardi (vv. 69-85).

Valor vero e virtù, modestia e fede
e di giustizia amor, sempre in qualunque
pubblico stato, alieni in tutto e lungi
da' comuni negozi, ovvero in tutto
sfortunati saranno, afflitti e vinti;
perché diè lor natura, in ogni tempo
starsene in fondo. Ardir protervo e frode,
con mediocrità, regneran sempre,
a galleggiar sortiti. Imperio e forze,
quanto più vogli o cumulate o sparse,
abuserà chiunque avralle, e sotto
qualunque nome. Questa legge in pria
scrisser natura e il fato in adamante;
e co' fulmini suoi Volta né Davy
lei non cancellerà, non Anglia tutta
con le macchine sue, né con un Gange
di politici scritti il secol novo.

Latino

In una tragedia di Ennio a noi non pervenuta un personaggio affermava la necessità di dedicarsi alla filosofia, ma con moderazione, senza un impegno totale: *philosophari sibi necesse esse, sed paucis; nam omnino haud placere*. Questo verso, citato più di una volta da Cicerone, viene letto comunemente come una rappresentazione sintetica e simbolica della scarsa rilevanza dell'attività filosofica nella cultura romana. Sulla base della vostra conoscenza della letteratura filosofica latina, ritenete che questa interpretazione sia da accettare?

Greco

Mito e letteratura greca: illustrate la diversa trattazione di un racconto mitico, a vostra scelta, in autori diversi e in generi letterari differenti.

Storia

Rivoluzione industriale e rivoluzione francese come premesse del capitalismo.

Filosofia

Nella filosofia moderna e contemporanea la riflessione sull'etica ha messo a fuoco in modi differenti e confliggenti il ruolo della ragione e quello dei sentimenti o delle emozioni nelle scelte morali. Illustrate e discutete almeno due interpretazioni in contrasto fra loro, che vi sembrino interessanti oggi.

Biologia

La Cellula Vivente come "Biofabbrica".
Strutture, Organizzazione e Sistemi di controllo.

Matematica (tema)

La realtà dei numeri, e il loro uso come strumento.

Commento: non è banale dire cosa è veramente il numero tre, è ancora più complicato dire cosa è veramente "meno un terzo", è molto difficile dire cosa è "la radice quadrata di 3", ed è proibitivo spiegare all'uomo della strada cosa veramente è "3i". Si potrebbe dire che la loro vera natura è la funzione strumentale che svolgono nelle scienze. Ma anche questo non è poi così facile da capire a fondo.

Fisica (tema)

Si spieghi perché esiste solo un centinaio di elementi chimici stabili. Si enumerino le forze che determinano questo fatto. Si esponga quanto si può sulla stabilità e sull'origine degli elementi in natura. Nella discussione può essere utile sapere che il raggio del nucleo è di $1.3 \cdot 10^{-13} A^{1/3}$ cm, dove A è il numero di nucleoni presenti nel nucleo.

Commento: si può osservare che il fenomeno è puramente nucleare, perché ci sono forze che tengono insieme il nucleo ed altre che lo vogliono far esplodere; le forze nucleari sono a corto raggio, che è dato appunto (grosso modo) dal raggio del nucleo da 100 nucleoni; che questo raggio di azione è confrontabile con la lunghezza d'onda Compton del mesone pi. Per nuclei piccoli le forze attrattive tendono a prevalere, per quelli grandi le forze repulsive tendono a prevalere. Per cui la fusione si fa coi nuclei piccoli, la fissione coi nuclei grandi. I nuclidi più stabili sono più o meno dove tendenza alla fissione e alla fusione si equilibrano (si tratta di Fe56, Fe58, Ni62).

Termine di asimmetria: questo è dovuto al principio di esclusione. I protoni sono Z, i neutroni N. Se $N \gg Z$ i neutroni devono occupare livelli energetici elevati; se $Z \gg N$ i protoni devono occupare livelli energetici elevati. Il meglio è $N=Z$, nel qual caso il termine di asimmetria vale zero. Anche in questo caso, però, la repulsione coulombiana per i grandi nuclei favorisce il caso $N > Z$.

Termine di pairing. Questo favorisce i nuclei che hanno un numero pari N o un numero pari Z o entrambi pari. Questo avviene perché ai nucleoni piace accoppiarsi, uno con spin su e uno con spin giù.

Chimica (tema)

Si illustrino le caratteristiche essenziali dei vari tipi di legame chimico e se ne descrivano alcune conseguenze sulla struttura (molecolare o cristallina) e sulle proprietà delle sostanze.

Matematica (esercizi)

Esercizio 1. Qual è il numero più piccolo che ha 100 divisori?

Esercizio 2. Dati due numeri primi p, q tali che $q = p + 2$, dimostrare che, per $p \geq 5$:

- $p + q$ è divisibile per 6;
- Non esistono due numeri interi m, n tali che $m^2 + n^2 = (p + q)^2 - 1$.

Esercizio 3. Sia $A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_{200}\}$ un insieme di interi compresi nell'intervallo $[-100, 100]$, la cui somma sia uguale a 1. Dimostrare che esiste un sottoinsieme non vuoto di A in cui la somma degli elementi sia 0.

Esercizio 4. I numeri reali x, y sono tali che $x^2 + xy + y^2 = 1$. Verificare che: $x^3y + xy^3 \geq -2$.

Esercizio 5. Sia M un punto sul segmento AB. Si costruiscano i quadrati AMCD e MBEF dalla stessa parte di AB, con F sul segmento MC. Le circonferenze circoscritte ai due quadrati si incontrano in un secondo punto N. Dimostrare che N è l'intersezione delle rette AF e BC.

Esercizio 6. In un quadrato ABCD di lato 1, i punti M sul lato BC e N sul lato CD siano tali che il perimetro del triangolo MCN sia 2.

- Calcolare l'ampiezza dell'angolo MAN
- Se P è il piede della perpendicolare da A a MN, trovare il luogo dei punti P.

Fisica (esercizi)

Esercizio 1. Si consideri il seguente caso particolare del cosiddetto caso di Lagrange del problema dei tre corpi. Un corpo di massa trascurabile è soggetto all'attrazione gravitazionale di due corpi di massa eguale (a cui viene dato il valore 1) assai maggiore, che pure si attraggono gravitazionalmente. Quanti punti di equilibrio (dove le forze agenti hanno risultante nulla) esistono? Dove sono situati? Per semplicità si scelga eguale a 1 la distanza fra le due masse maggiori.

Commento: come è noto si dovrebbero trovare i cinque punti lagrangiani.

La chiave della comprensione del problema è che le due masse maggiori (e quindi l'intero sistema, compresa la massa più piccola) ruotano intorno al loro baricentro, situato a distanza $1/2$ da entrambe. Esiste quindi una forza centrifuga con centro nel baricentro che tende ad allontanare le masse ed equilibra l'attrazione gravitazionale. Senza questo concetto si trova un punto solo.

Si calcolano facilmente i tre punti di equilibrio allineati con le due masse. Quello nel baricentro è ovvio. Per trovare quelli esterni (in posizione simmetrica) si devono equilibrare le due forze di attrazione con la forza centrifuga (centrata sul baricentro). Infine, i due punti a 60 gradi si trovano per simmetria. Dato che le due masse maggiori sono eguali, i punti si trovano sull'asse della loro congiungente ed equidistanti dalle due masse maggiori.

Equilibrando la forza centrifuga (con raggio misurato dal baricentro) con la somma delle componenti verso il centro delle forze esercitate dalle due masse, si trova che la distanza dalle due masse è 1, cioè il triangolo è equilatero.

Esercizio 2. Si spieghi quanto si sa del fenomeno detto tsunami (formazione, propagazione, arrivo sulla costa).

Si utilizzi la relazione che la velocità (approssimata) dell'onda è data da $(g p)^{1/2}$ dove g è l'accelerazione di gravità e p è la profondità. Si usi per il Pacifico $p = 4000$ m. Si assuma come periodo (costante) dell'onda 1 ora e come sua altezza in mare aperto 1 m.

Di qui si deduca il comportamento (approssimato) dell'onda dello tsunami in mare aperto e poi sulla riva.

Come mai un terremoto presenta normalmente scosse di breve periodo ed uno tsunami onde di lungo periodo? In altre parole, che cosa determina il periodo di uno tsunami?

Commento: la velocità dell'onda è fissata dalla profondità. La lunghezza d'onda iniziale è data dalle dimensioni della zona in cui si svolge il fenomeno fisico (qualche centinaio di km). Il periodo si ricava dal rapporto tra lunghezza d'onda e velocità. (In tutto q esercizio - erroneamente - non si fanno distinzioni fra velocità di gruppo e velocità di fase). Il periodo delle onde non ha alcuna relazione con il periodo delle oscillazioni sismiche. La velocità in mare aperto è quella di un aereo di linea. La lunghezza d'onda è grande, l'altezza piccola, quindi l'onda in mare aperto lontano dalla sorgente è praticamente impercettibile, ma la massa d'acqua interessata è enorme. Avvicinandosi a terra v diminuisce e quindi la velocità diminuisce, m

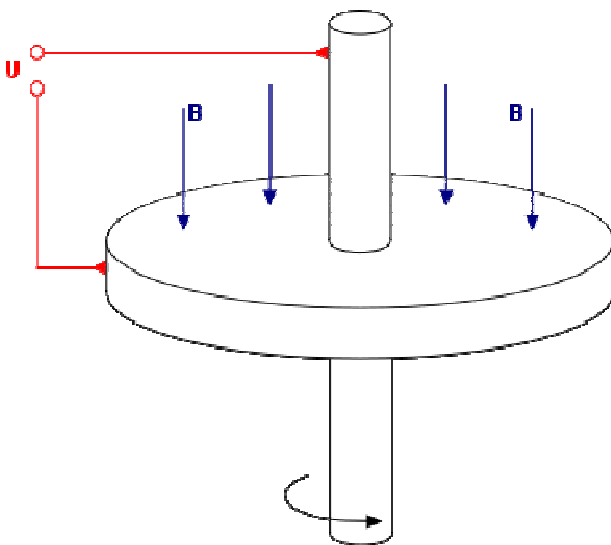
a il periodo è lo stesso. Quindi diminuisce la lunghezza d'onda. Se la massa o volume d'acqua spostata in un'onda è la stessa, l'altezza aumenta. Noi potremmo pensare che l'altezza sia inversamente proporzionale alla lunghezza e quindi alla radice quadrata della profondità. Un fondale di 40 m dovrebbe dare onde di dieci metri. (in realtà una legge di Green dà una dipendenza dalla radice quarta), ma comunque l'onda si deforma, si formano frangenti etc.

Esercizio 3. Si faccia un pozzo che passi da parte parte la Terra attraverso il centro della medesima. Vi si lasci cadere un sasso con velocità iniziale nulla. Quale sarà il moto del sasso?

Massa della terra: $6 \cdot 10^{24}$ kg

Raggio della terra: 6300 km

Esercizio 4. Un disco conduttore ma non magnetico viene fatto ruotare in un campo magnetico ad esso perpendicolare. Si chiuda un circuito come in figura (senza forze elettromotrici). Ci aspettiamo una corrente o no? Perché? (Si noti che il flusso magnetico attraverso il circuito non varia nel tempo)



Commento: una corrente si verifica, ma non è data dalla legge di Faraday (il flusso è effettivamente nullo, dato che B è parallelo al circuito).

Esercizio 5. Pompa di calore. Calcolare l'efficienza di una pompa di calore ideale che lavora d'inverno, fra 0 centigradi e 21 centigradi (20 centigradi rende i calcoli più facili). Paragonare all'efficienza di una stufa elettrica, che idealmente consuma un joule di energia elettrica e dà un joule di calore. Su questa base si può dire che l'efficienza di una pompa di calore è superiore al 100%?

Il rendimento (cosiddetto COP o Coefficiente di Prestazione) ideale è dato da

$COP = T(\text{calda}) / (T(\text{calda}) - T(\text{fredda}))$, che nel nostro caso vale circa 15 (il meglio che si ottiene ora, con perdite di calore etc., è circa 5). Ciò vuol dire che per un Joule di energia elettrica si ottengono 15 Joule di calore. Ma non si può dire che si tratti di una efficienza (in questo caso 1500%): il Joule di energie elettrica non viene trasformato in calore, ma viene utilizzato per spostare una data quantità di calore da bassa temperatura ad alta temperatura.

Chimica (esercizi)

Esercizio 1. Un recipiente di volume V_1 contiene un idrocarburo gassoso alla pressione P e alla temperatura T . Per combustione completa dell'idrocarburo, si raccolgono (nelle stesse condizioni di pressione e temperatura) un volume V_2 di anidride carbonica e un volume V_3 di acqua (gas). Indicare la formula bruta dell'idrocarburo. (Si assuma comportamento da gas perfetto per tutte le sostanze; $V_1 = 150$ mL, $V_2 = 600$ mL e $V_3 = 750$ mL).

Esercizio 2. Indicare alcune differenti formule di struttura (possibilmente almeno cinque) compatibili con la formula bruta $C_4H_{10}O$.

Esercizio 3. Per la maggior parte delle sostanze, la temperatura di fusione aumenta all'aumentare della pressione applicata: l'acqua costituisce un noto contro-esempio. Quali proprietà macroscopiche delle fasi liquida e solida determinano lo specifico comportamento di una generica sostanza pura? Quale caratteristica strutturale a livello atomico/molecolare spiega il comportamento anomalo dell'acqua? Perché?

Esercizio 4. L'ammoniaca (NH_3) è prodotta industrialmente per sintesi dagli elementi. La reazione è esotermica. Di fatto, è conveniente operare a temperature relativamente elevate (anche superiori a 500 °C) e a pressioni dell'ordine delle centinaia di atmosfere. Proponete una spiegazione, considerando preliminarmente quali sono gli effetti di un aumento di pressione e di un aumento di temperatura sull'*equilibrio* della reazione chimica.

Esercizio 5. Come si determinano sperimentalmente le lunghezze e gli angoli di legame delle molecole? Spiegare.

Esercizio 6. Quali specie neutre e/o ioniche sono presenti nelle soluzioni acquose di ciascuna delle seguenti sostanze ?

- a) Glucosio ($C_6H_{12}O_6$)
- b) Cloruro sodico.
- c) Idrossido di sodio
- d) Acido solforico.

Esercizio 7. Qual è il numero di differenti tri-peptidi che è possibile sintetizzare avendo a disposizione sette differenti amminoacidi puri ? Spiegare.