

平成 28 年度入学試験問題

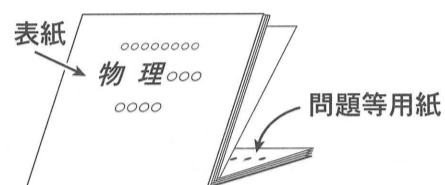
物 理 3 0 1

(前 期 日 程)

(注意事項)

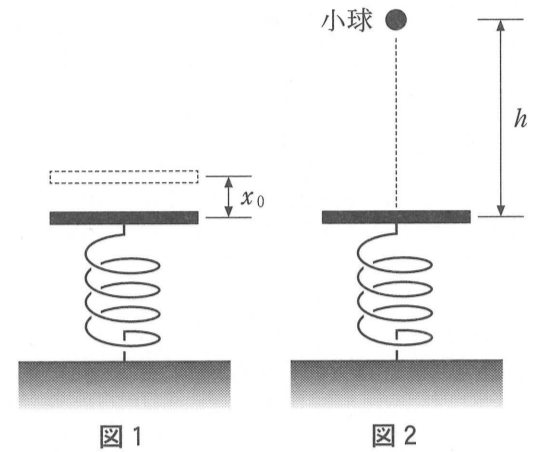
- 1 問題・解答用紙は、係員の指示があるまで開かないこと。
- 2 この表紙を除いて、問題・解答用紙は 3 枚である。
用紙の折り方は図のようになっているので注意すること。
- 3 答および式と計算は、問題・解答用紙の指定された箇所を書くこと。
表紙の余白と裏面を計算等の下書きのために用いてもよいが、指定された箇所以外
に書いたものは採点しない。
- 4 [式と計算]と表示がある箇所には、答えを導く過程で必要な式と計算を書くこと。
- 5 解答開始後、各問題・解答用紙の「受験番号」欄に受験番号をはっきりと記入すること。
- 6 表紙を含め、配布した用紙はすべて回収する。

表紙も問題・解答用紙も全て
表面のみに印刷している。



物 理 3 0 1 そ の 1

第1問 図1のように、鉛直な方向に固定された軽いばねがあり、その上端に質量 M のうすい板が水平に取り付けられている。ばね定数を k 、重力加速度を g として、以下の問いに答えよ。



[1] はじめ板はつりあいの位置で静止している。

問 1 ばねの自然長の位置からつりあいの位置までの距離 x_0 を求めよ。

[式と計算]

答	
---	--

問 2 静止している板に鉛直下向きの初速 V_0 を与えたとき、板はつりあいの位置から最大でどれだけ下がるかを求めよ。

[式と計算]

答	
---	--

[2] 次に図2のように、つりあいの位置で静止している板の真上 h の高さから質量 m の小球を自由落下させたところ、小球は板に衝突して真上にはね返った。

問 1 1回目の衝突直後の小球の速さ v_1 と板の速さ V_1 を求めよ。ただし、はね返り係数を e とする。

[式と計算]

答	v_1	
	V_1	

問 2 衝突後、板は単振動を始める。板と小球の衝突が弾性衝突 ($e = 1$) の場合、この単振動の振幅を求めよ。ただし、板と小球の2回目以降の衝突は考えなくてよいものとする。

[式と計算]

答	
---	--

問 3 板と小球の衝突が完全非弾性衝突 ($e = 0$) の場合、衝突後、小球は板と一体となって単振動を始める。ばねの自然長の位置からこの単振動の中心の位置までの距離 x_1 を求めよ。また、この単振動の振幅 A を求めよ。

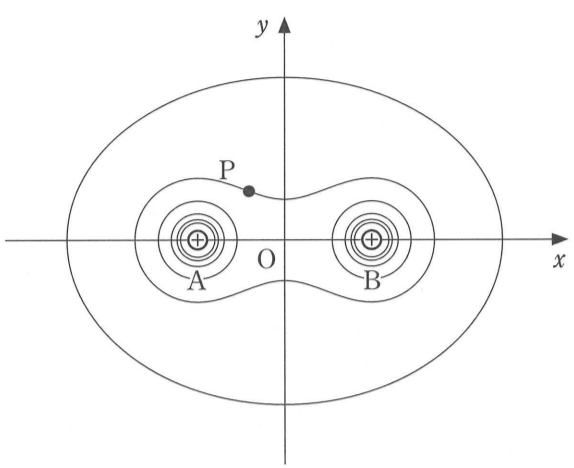
[式と計算]

答	x_1	
	A	

小 計	点
-----	---

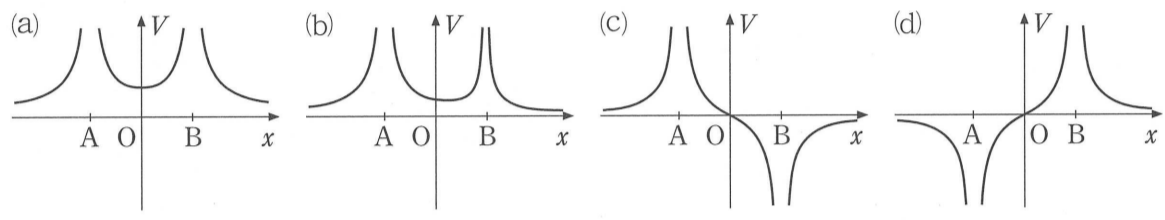
物 理 301 その2

第2問 xy 平面内で原点 O から距離 a 離れた点 $A(-a, 0)$ と点 $B(a, 0)$ に、ともに電気量 $Q (Q > 0)$ の点電荷を固定した。右図はそのときの等電位線を示したもので、隣り合う等電位線の電位差は一定であるとする。クーロンの法則の比例定数を k として、以下の問いに答えよ。



[1] 右図の点 P を通る電気力線を、向きも含めて図中に示せ。

[2] x 軸上における電位 V の変化を表す最も適当な図を、次の(a)~(d)の中から選べ。



答	
---	--

[3] 原点 O の電位 V_0 を求めよ。ただし、無限遠での電位を 0 とする。

[式と計算]

答	
---	--

[4] 電気量 $q (q > 0)$ をもつ質量 m の点電荷を原点 O に静かに置いて、わずかに y 軸方向にずらすと、点電荷は電場から力を受けて動き始めた。十分に遠い位置に達したとき、点電荷の速さはいくらか。 V_0, q, m を用いて答えよ。

[式と計算]

答	
---	--

[5] 前問と同じ点電荷を点 $(x, 0)$ に静かにおくと、点電荷は電場から力を受けて原点 O の向きに動き始めた。ただし、 $0 < x \ll a$ とする。また、次の近似式を用いよ。 $|\delta| \ll 1$ のとき、 $(1 + \delta)^n \approx 1 + n\delta$ (n は実数)

問 1 点電荷が動き始めたとき、点電荷が電場から受ける力の大きさを、 x の一次関数として求めよ。

[式と計算]

答	
---	--

問 2 はじめ静止していた点電荷が、動き始めてから最初に原点 O に達するまでの時間はいくらか。

[式と計算]

答	
---	--

小計		点
----	--	---

物 理 3 0 1 その 3

第3問 以下の問いに答えよ。

[1] 次の文章の〔①〕～〔⑩〕に適切な語句または数字を入れよ。

天然に存在する原子核の中には、ウランやラジウムなど、不安定な原子核がある。これらは放射線と呼ばれる高エネルギーの粒子や電磁波を出しながら、別の原子核に変わる。この現象を原子核の崩壊という。物質が自然に放射線を出す性質を放射能といい、放射能を持った物質を放射性物質という。1秒あたりに崩壊する原子核の数を放射能の強さといい、単位は〔①〕を用いる。放射線は物質中の原子から電子をはじき飛ばして原子をイオンにする電離作用を持っているため、放射線は物質にエネルギーを与える。物質が1kgあたりに吸収する放射線のエネルギーを吸収線量といい、単位は〔②〕を用いる。人体も放射線を浴びると影響を受ける。放射線による人体への影響の大きさを表す量を実効線量といい、単位は〔③〕を用いる。

原子核が別の原子核に変わる崩壊には、原子核から陽子2個と中性子2個が ${}^4_2\text{He}$ となって出ていく〔④〕と、原子核中の1個の〔⑤〕が〔⑥〕に変化し電子が飛び出す〔⑦〕がある。質量数が200を超す不安定な原子核では、安定な原子核になるまでにこれらの崩壊を複数回起こすことで生じる一連の原子核の系列が存在し、崩壊系列という。この崩壊系列には崩壊に伴う質量数の変化から、〔⑧〕種類の系列が存在する。

ウラン系列では、 ${}^{238}_{92}\text{U}$ が〔④〕を〔⑨〕回、〔⑦〕を〔⑩〕回行って、安定な ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ になる。

〔式と計算〕

答	①	②	③	④	⑤
	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

[2] カリウムは人間にとって必須栄養素であり、大人は約140gのカリウムを体内に蓄積している。カリウムには放射性同位体の ${}^{40}_{19}\text{K}$ が含まれているため、人間は体内から放射線を出している。以下の問いに有効数字2桁で答えよ。

問1 カリウム中の ${}^{40}_{19}\text{K}$ の存在比は0.012%である。アボガドロ定数を $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ として、カリウム140g中の ${}^{40}_{19}\text{K}$ の個数を求めよ。

〔式と計算〕

答	
---	--

問2 ${}^{40}_{19}\text{K}$ の半減期 T は12.8億年 $\approx 4.0 \times 10^{16}$ 秒である。カリウム140gの放射能の強さを求めよ。ただし、半減期 T が十分に長いので、 $\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} \approx 1 - \frac{0.69}{T}t$ と近似せよ。

〔式と計算〕

答	
---	--

小計		点
----	--	---