

杏林大学医学部 2022年度 一般入学試験問題 物理

基礎から編

注意；

表示してある正答率はウインダムの「自己採点システム」の集計結果です。比較的自信のある受験生がエントリーしていると思われ、全体的に平均点は高めになっていますので、自分の得点と比べてあまり落胆をしないで下さい。

目標時間は、解くのが最も速い受験生が解き終わるためにかかる時間を示しています。多くの受験生は解き終わらないとおもいますが、一つの目安にして下さい。目標時間は問題を読んで内容を理解している間にも時間は過ぎていきその時間も含んでいます。ですから大問の一番最初の問題は多めに時間になっています。

I 15点 目標時間 10分間

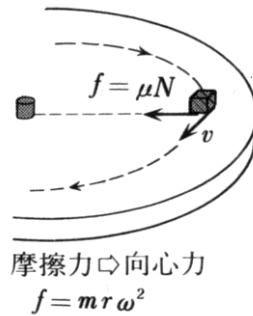
番号	解答	配点	目標時間	正答率	番号	解答	配点	目標時間	正答率
アイ	1.2×10^{-1}	2	3分	78	サシ	$\frac{21}{2}$	2	4分	81
エカ	6.2×10^{-1}	2		63	セソ	30	2		92
キ	3	2	3分	84	タチ	1.2×10^{-7}	3		21
クケ	$\frac{15}{2}$	2		97					

(1)

○ 向心力

物体を円運動させるのに必要な力で、物体の向きを常に変え続けようとする力である。向心力は中心に向かう加速度を生み出す。

円運動するには向心力が必要で、物体にはたらくいろいろな力のうち、向心力を見つけ出すことが大切である。向心力は、中心に向かい、常に速度ベクトルに垂直なので向心力のする仕事は0である。



○ 遠心力

遠心力は、回転運動をする系において観測される慣性力の一種で、見かけの力である。回転運動をしている系から見ると、円運動の回転の中心から見て外側へと向かう方向に力が加えられているように見え、遠心力と呼ばれる。実際には、円運動をする物体に遠心力という力は働いておらず、その向きを常に変え続けようとする向心力が働いている。ただし、問題を解く際には遠心力を考えた方が解きやすい。

遠心力の大きさは物体の質量を m (kg) として、
$$F = mr\omega^2 = m \frac{v^2}{r}$$

【解答】 向心力である摩擦力は遠心力と釣り合っているから、

$$f = mr\omega^2 = \text{代入} \doteq 1.2 \times 10^{-1} \quad (\text{答})$$

$$mr\omega^2 = \mu mg \text{ より、}$$

$$\therefore \mu = \frac{r\omega^2}{g} \doteq 6.2 \times 10^{-1} \quad (\text{答})$$

(2) 気体がした仕事は台形の面積を求めれば良く、 $3pV$ (答)

A の温度をとして、 T

B の温度はボイルシャルルの法則より、

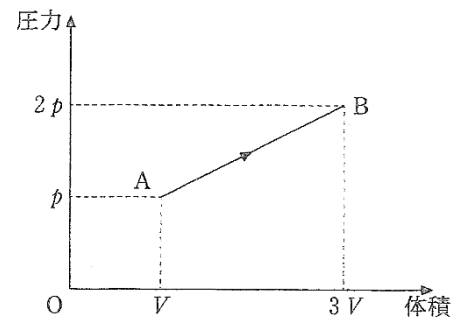
$$\frac{PV}{T} = \frac{2P \cdot 3V}{T_B} \quad \text{ゆえに } T_B = 6T \text{ で、}$$

単原子分子なので、内部エネルギーは、 $U = \frac{3}{2}nRT$

内部エネルギーの変化量は、 $\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T$ であるので、

$$\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T = \frac{3}{2}nR(6T - T) = \frac{15}{2}nRT = \frac{15}{2}pV \quad (\text{答})$$

(上では、 $pV = nRT$ を使った)



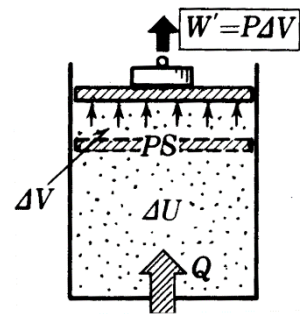
○ 熱力学第1法則

気体の吸熱量 Q_{in} [J] と、外にした仕事 W_{out} [J] と、
気体の内部エネルギーの増加 ΔU [J] の関係は、

$$Q_{in} = \Delta U + W_{out}$$

吸熱 $Q > 0$ 温度上昇 $\Delta U > 0$ 膨張 $W > 0$

発熱 $Q < 0$ 温度下降 $\Delta U < 0$ 圧縮 $W < 0$



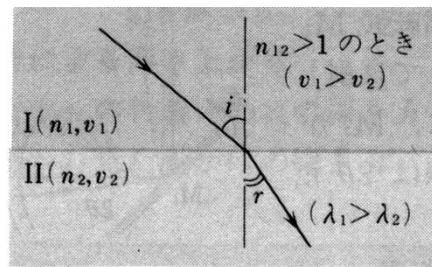
【解答】 熱力学第一法則より、

$$Q_{in} = \Delta U + W_{out} = \frac{15}{2}pV + 3pV = \frac{21}{2}pV \quad (\text{答})$$

(3) 屈折の法則 $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{12}$ より、

$$\frac{\sin 45^\circ}{\sin \theta} = \frac{\sqrt{2}}{1}$$

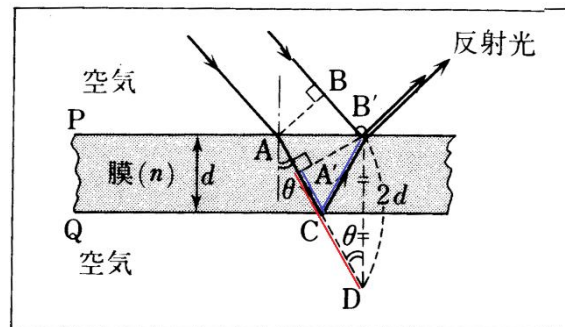
$$\sin \theta = \frac{1}{2} \quad \therefore \theta = 30^\circ \quad (\text{答})$$



屈折率

○ 薄膜による干渉

シャボン玉や水面の油膜が美しく色づいて見えるのは膜の表面と裏面での反射光の干渉で、見る角度によって光路差が変わり、強め合う光の波長が異なるためである。



薄膜による干渉

図のように、空気中にある薄膜では、光路差は $2nd \cos \theta$ で、P面の反射光だけが光学的に疎(空気)から密(膜)な媒質への入射めために、固定端での反射と同様に入射光の位相より π だけずれるので、反射光が強め合う関係は $(\text{光路差}) = (\frac{\lambda}{2} \times \text{奇数})$ で、

$$2nd \cos \theta = \frac{\lambda}{2} (2m+1) \quad (m=0, 1, 2, \dots)$$

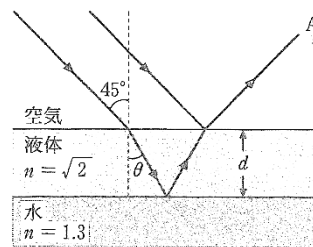
光学的距離 = 絶対屈折率 × 幾何学的距離
(光路差) (経路差)

疎から密の面は 固定端反射で 位相が π ずれる
(屈折率 小 大) (山が谷になる)

『疎密固定端 π 』で覚える！

【解答】 最小なので $m=0$ を代入して、

$$d = \frac{1}{2\sqrt{2} \times \frac{\sqrt{3}}{2}} \frac{6.0 \times 10^{-7}}{2} \doteq 1.2 \times 10^{-7} \quad (\text{答})$$



II 16点 目標時間 10 分間

番号	解答	配点	目標時間	正答率	番号	解答	配点	目標時間	正答率
ア	6.0×10^{-5}	2	5分	86	サ	3.1	2	4分	78
エ	20	2		89	セ	1.3	2		73
カ	2.6×10^{-5}	2		71	ソ	5	2	1分	81
ケ	8.6	2		81	タ	4	2		81

(1) 今回は省略します。

(2)

○ 光子

振動数 ν [Hz] (ニュー) の光は、エネルギー $h\nu$ [J] をもつ粒子のように振るまう。これを光子という。(h : プランク定数)

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

$$c = \nu\lambda$$

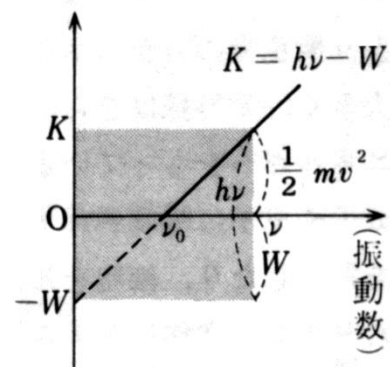
【解答】 $E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3.0 \times 10^8}{4.0 \times 10^{-7}} = 4.95 \times 10^{-19} \text{ [J]}$

$$= \frac{4.95 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} \doteq 3.1 \text{ [eV]} \quad (\text{答}) \quad \leftarrow \boxed{1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}} \text{ より}$$

○ 光電効果

ν (Hz) の光を照射したとき、光子1個のエネルギーが1個の電子に与えられる。金属内の電子のエネルギーはさまざまだが、最も大きな運動エネルギーをもっている光電子一個に着目すると、

$$\boxed{h\nu = \frac{1}{2} m v_{\text{max}}^2 + W} \quad (\text{光電方程式})$$



W ; 仕事関数…自由電子が金属の表面まで出るために必要な最小限のエネルギー

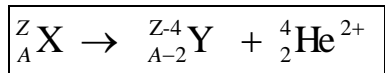
【解答】 光電方程式 $h\nu = \frac{1}{2}mv^2 + W$ より、

$$\frac{1}{2}mv^2 = h\nu - W = 3.09 - 1.8 \doteq 1.3 \text{ eV} \quad (\text{答})$$

(3)

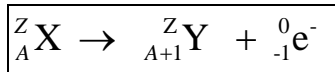
○ α 線

Heの原子核にあたる陽子2個，中性子2個の集まりで，この粒子を放出した原子は，質量数が核子4個分だけ減り，陽子の数2個の電荷だけ失い，原子番号が2だけ減った元素に生まれ変わる。



○ β 線

β 線は，原子核から出る高速の電子で，放出後の質量数が変わらず，原子番号だけが1つ増加することは，核子の数が変わらず，陽子が1個増すことを示し，中性子が陽子に変換し，負電荷の電子を放出したことになる。



【解答】 $92 - 2\alpha + \beta = 86$

$$238 - 4\alpha = 218$$

より、 $\alpha = 5$ 、 $\beta = 4$ (答)

III 26点 目標時間 15分間

番号	解答	配点	目標時間	正答率	番号	解答	配点	目標時間	正答率
アイ	$\frac{1}{2}$	2	3分	84	サ	3	2	2分	81
ウエ	$\frac{1}{2}$	2		86	シ	9	2		68
オ	6	2	5分	94	ス	④	2	5分	52
カ	⑤	2		94	セ	①	2		65
キケ	$\frac{1}{3}$ 、④	2		81	ソ	①	2		60
コ	⑥	2		63	タ	3	4		39

(a)

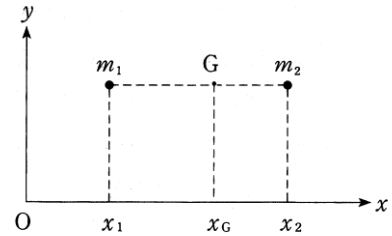
○ 重心

大きさのある物体の各部分に働く重力の合力の作用点。物体の各部分に重力が働くが、重心にまとめてその物体の重力が働くと考えて良い。

右の図において、それぞれモーメントを計算して

$$m_1 g \times x_1 + m_2 g \times x_2 = (m_1 + m_2) g \times x_G$$

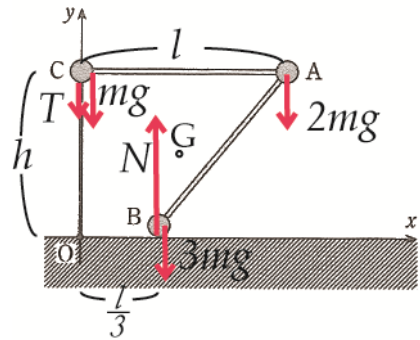
$$\therefore x_G = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2}$$



【解答】 剛体の重心の公式より、

$$x_G = \frac{m \cdot 0 + 2ml + 3m \frac{l}{3}}{m + 2m + 3m} = \frac{l}{2} \quad (\text{答})$$

$$y_G = \frac{mh + 2mh + 3m \cdot 0}{m + 2m + 3m} = \frac{h}{2} \quad (\text{答})$$



○ 剛体

大きさがあって変形しない物体。大きさがああるため回転を考えなければならない。
普通の力学の問題にでてくる質量のある物は質点とよばれ、質量があって大きさのない点のよ
うなもので、回転は考える必要はない。

○ 力のモーメント

ある軸のまわりに剛体を回転させる作用の大きさを表すには力のモーメントが用いられる。

力のモーメント=腕の長さ×その直角方向の力

$$N = Fl$$

※ 剛体に働く力は、その作用線上のどこに移しても力の効果は同じである。

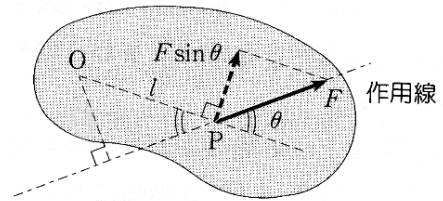
○ モーメントの計算の仕方

- ① 力の腕の直角方向の成分を計算して

$$N = F \sin \theta \times l$$

- ② 力を作用線上に移動させて腕の長さを計算して

$$N = F \times l \sin \theta$$



○ 剛体のつりあい

剛体が静止するための条件は以下の2つがある。

平行移動しない条件	⇒	2方向の力のつりあい
回転運動をしない条件	⇒	モーメントのつりあい

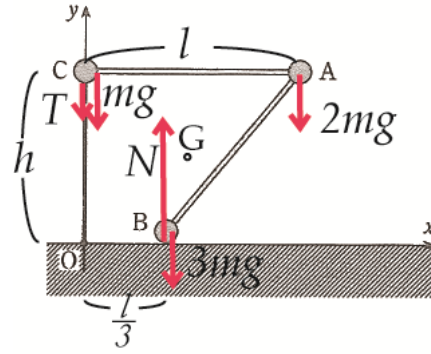
モーメントのつりあいは、任意の点でのモーメントの和=0の式を作る。回転しないとい
うことは、あらゆる点でモーメントの和=0であるということで、逆に言えば、モーメントのつ
りあいの式はどこで作っても良い。

【解答】 $F_G = 6mg$ (答)

鉛直方向のつりあいより、

$$T + mg + 2mg + 3mg = N$$

よって、 $T + F_G = N$ (答)



張力の小球 B 点まわりのモーメントの大きさは、

$$\text{左回りで作って、} T \cdot \frac{l}{3} = \frac{1}{3} \cdot Tl \quad (\text{答})$$

重力の小球 B 点まわりのモーメントの大きさは、

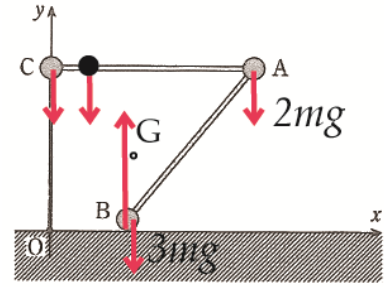
$$\text{右回りで作って、} 2mg \frac{2}{3}l - mg \cdot \frac{l}{3} = mgl \quad (\text{答})$$

上式より、 $\frac{1}{3}Tl = mgl \quad \therefore T = 3mg$ (答)

$$N = T + F_G = 3mg + 6mg = 9mg \quad (\text{答})$$

(b)

ス) 左右方向の重心が $\frac{l}{2}$ の真ん中に有り、それよりも右に置くと右に傾きやすく張力は増し、左に置くと左に傾きやすく張力は減る。



セ) 重さが増すので垂直抗力は当然増す

ソ) 重心の位置 $\frac{h}{2}$ より上に質量が増えるので、重心は上にずれる。

タ) 付着する年度の質量を M として、鉛直方向のつりあいより、

$$T + Mg + 6mg = N$$

小球 B 点まわりのモーメントのつりあいより、

$$(M + m)g \cdot \frac{l}{3} + T \cdot \frac{l}{3} = 2mg \cdot \frac{2}{3}l$$

張力が 0 になるとバランスを失うので、

$$T = 0 \text{ のとき、 } M = 3m \quad (\text{答})$$

※ (b) の問題は深い考察が必要で、出来なかった受験生は多い

IV 26点 目標時間 15分間

番号	解答	配点	目標時間	正答率	番号	解答	配点	目標時間	正答率
ア	②	2	6分	92	カ	②	3	5分	47
イ	①	2		78	キク	4、⑤	3		39
ウ	①	2		94	ケコサ	1.2×10^2	3	4分	34
エオ	⑦⑤	3		84					

(1)

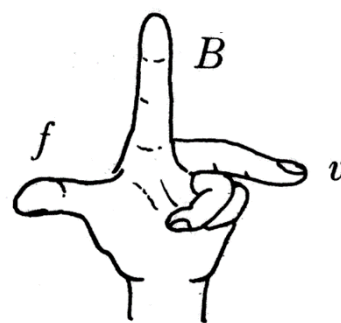
○ ローレンツ力

q [C]の荷電粒子が磁界 B [T]の中を速度 v [m/s]で動くとき、 B と v に直角に力 f [N]を受ける。この力を磁界によるローレンツ力という。

B と v が直角をなすとき $f = qvB$

このローレンツ力の向きも、フレミングの左手の法則で考えることができる。

- ・ 中指……………正電荷が動く向きを電流の向きと考える (負電荷では逆向き)
- ・ 人さし指…磁界の向き
- ・ 親指……………ローレンツ力の向き



ローレンツ力

○ 磁界中に飛び込んだ荷電粒子

正電荷 q [C], 質量 m [kg]の荷電粒子が、磁束密度 B [N/Am]の磁界中に速度 v [m/s]で飛び込んだとき速度 v に直角にローレンツ力 f を受けるので、これが向心力となり半径 r [m]の等速円運動をする。

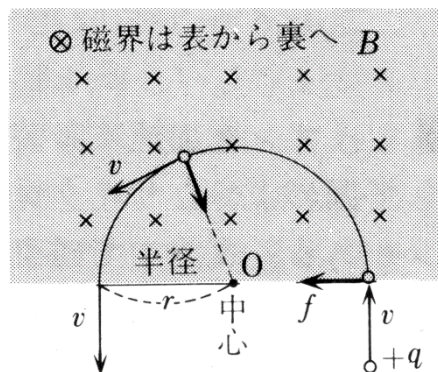
円の運動方程式は、

$$m \frac{v^2}{r} = qvB \quad \therefore r = \frac{mv}{qB}$$

周期 T [s]は、 $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$

となり、周期は、半径や粒子の速度によらない。

電子などの負の荷電粒子では、回転の向きが逆になる。



【解答】

ア) エネルギー原理より、 $\frac{1}{2}mv^2 = qV_0 \quad \therefore v = \sqrt{\frac{2qV}{m}}$ (答)

イ) フレミングの左手の法則から、磁場は表から裏 (答)

ウ) 円の運動方程式より、

$$m \frac{v^2}{\frac{d}{2}} = qvB \quad \therefore \frac{d}{2} = \frac{mv}{qB} \quad (\text{答})$$

エオ)

周期の公式 $T = \frac{2\pi r}{v}$ より、

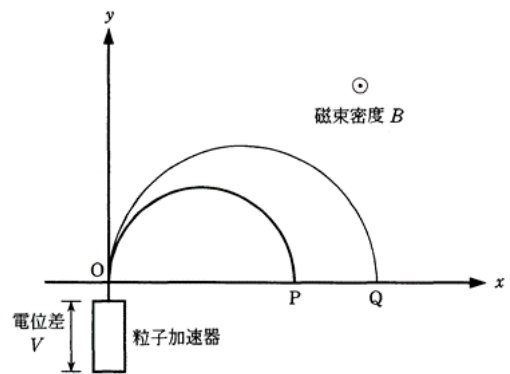
$$T = \frac{2\pi \frac{d}{2}}{v} = \frac{2\pi m}{qB} \quad \therefore t = \frac{T}{2} = \frac{\pi m}{qB} \quad (\text{答})$$

カ) 上式より、 $\frac{d}{2} = \frac{m}{qB} \sqrt{\frac{2qV}{m}}$

$$= \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mV}{q}}$$

よって、 $\frac{d_1}{d_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$

$$\therefore \frac{m_1}{m_2} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 \quad (\text{答})$$



右図の様に、円の直径から質量比がわかる装置です。

キ) $m_1 = 4m_2$ なので、

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d_1}{2} = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2 \times 4m_2 V}{q_1}} \\ \frac{d_2}{2} = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2m_2 V}{q_2}} \end{array} \right.$$

よって、 $\frac{d_2}{d_1} = \sqrt{\frac{4q_2}{q_1}} \quad \therefore \frac{q_1}{q_2} = 4 \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 \quad (\text{答})$

ケコサ) $m = \frac{d^2 B^2 q}{8V} = \text{代入} = 2.0 \times 10^{-25} \text{ Kg}$
 $= \frac{2.0 \times 10^{-25}}{1.7 \times 10^{-27}} \doteq 1.2 \times 10^2 \text{ u} \quad (\text{答})$

【講評】 典型問題も多く解きやすい方であるが、時間の割には問題量が多いので解ききれない受験生も多いであろう。典型問題の解法を素早く引き出せたかどうか。

I 典型的な小問集合。

II 小問集合。原子の分野で差が付きやすい。

III 予想通り剛体の問題であった。一般的な出題のされ方ではないので戸惑った受験生も多いであろう。冷静に対処できる練習がしてあるかどうかでかなり差が出る問題。

IV 荷電粒子に関するやや応用的な問題。途中で見失うと失点につながる。

**ウインダムの「自己採点システム」のでの平均点が75点満点の54点でした。
自信のある受験生がエントリーしたと思われ、一般の平均点よりかなり高いです。**

杏林大学医学部 自己採点システムのお知らせ

【特典】 アンケート参加者には、問題ごとの正答率や得点や平均点を示した結果をメールにてお送りいたします。

【記入サイト】 <https://windom.jp/jikosaiten/>

「医学部予備校 ウインダム」で検索して下さい。

