

18年度センター試験 物理

090315

		分野	問題概要	難易度
第1問		問1 力学(力モーメント)	1点支持の棒のひもの張力による力のモーメント	B
		問2 光学(光速測定)	フィゾーの実験で歯車と鏡の距離を算出	A
		問3 熱	熱の流入、流出に関する4択問題	C
		問4 光学(レンズ)	レンズ通過後の波面に関する4択問題	B
		問5 力学(液体の圧力)	水中に浮かぶ物体の上面と底面に働く液体の圧力	B
		問6 電気(静電気)	帯電している3本の棒の間に働く力と電荷の符号	C
第2問	A	問1 電気(抵抗回路)	導線の接続による抵抗値の変化	C
		問2 同上	同上の導線の物質の抵抗率	B
	B	問3 電気(陰極線管)	陰極線の実体に関する4択	C
		問4 同上	陰極線に電圧を印加した場合の曲がり方に関する4択	C
第3問	A	問1 光学(回折格子)	回折格子に関わる物理現象の用語	C
		問2 同上	回折格子の回折光の明線のできる方向	B
	B	問3 音波(移動音源)	救急車から発するサイレン音波の波面	C
		問4 同上	救急車が近づく場合と遠ざかる場合の振動数の比率	B
第4問	A	問1 力学(投げ上げ)	物体を鉛直方向に投げ上げたときの高さ時間グラフ	B
		問2 同上	火星で同様の実験を行ったときのグラフ	A
		問3 物体に働く重力	物体に働く重力に関する間違っただ記述を選択	B
	B	問4 ばねと摩擦	ばねに接続された物体を粗面上で引いたときの仕事	B
		問5 同上	最大摩擦力とばねの伸び	B
		問6 同上	ばねで引いた物体が静止しているときの摩擦力	B
	C	問7 気体、熱、仕事	ヒーターから発生する熱量	B
		問8 同上	加熱による気体の膨張と内部エネルギーの増大	B
		問9 同上	気体分子の運動と温度、内部エネルギー	C

合計 23 問 A : 2 問 B : 13 問 C : 8 問

全般的に教科書レベルの基本的な問題である。特別に難問はない。教科書をしっかり理解し、要点を記憶していれば、80%以上は取れる。

第1問 小問集合

問1 力学(力のモーメントのつりあい) 難易度 B

壁と床の交点によって支持された棒の力のモーメントによるつりあいの条件を考えれば良い。

(力のモーメント) = (力×支点から力ベクトルまでの腕の長さ) である。

ひもの張力による力のモーメントは棒の長さを l として $T \sin \theta$

一方、棒の重力による力のモーメントは $mg \cos \theta / 2$

両者を等しいとおいて、 θ を得る。

問2 光学(光速を求めるフィゾーの実験) 難易度 A

フィゾーの実験による光速測定のことを多少でも知っていないと、短時間での解答は困難であろう。この実験は多くの高校物理の教科書に掲載されている。まずは長文を良く読んで題意を的確に把握する。反射光が次第に暗くなるのはなぜか、ということを理解する。ここで問題なのは、反射光はどこで観測しているのか、ということである。少なくとも、歯車と光源との間であるが、どのように観測しているか図には書いてない。まごつく可能性がある。どのように観測するかは、教科書等の図を思い出せば良いのだが、思い出せなくとも、気にしなれば良い。重要なのは、歯車を通過して戻ってくる光ということである。

さて暗くなる理由は直感的に理解できる。歯の隙間を抜けた光が反射して戻ってきたとき、ちょうど歯にぶつかって遮られるようになっていたら、反射光は暗くなる。問題文の通りである。ところが次第に回転速度をあげると、反射光がちょうど次の歯の隙間を通るようになる。隙間の真ん中を通るようになれば、反射光は最も明るくなる。回転数を上げるに従い、反射光は暗明を繰り返す。

鏡と歯車の間を往復する時間に歯車は歯の隙間から次の隙間に移動しているわけだから

光の往復時間 = 歯車の次の隙間への回転時間

光の往復時間 = $2/c$ ただし歯車と鏡の距離を r 、光速を c

隙間の移動時間 = $1 \text{ 秒} \div 1 \text{ 秒間に通過する歯の数} = 1 / (\text{毎秒の回転数} \times \text{歯の数})$

すると $2/c = 1/(300 \times 100)$

として r を知る。ここで $2r$ は 10000m になるので、慌てて r としないように。 r は 5000m である。

問3 熱 難易度 C

これは、即答できる問題である。ただし、文章の読み違いなどないように注意すること。

熱容量が同じならば、質量とは関係なく、温度変化は同じであるから、 $\Delta Q = mc\Delta T$

流入する熱量が流出した熱量より大きくなることは、エネルギー保存則に反するので $\Delta Q_{\text{入}} > \Delta Q_{\text{出}}$

熱を取り入れる熱源と放出する熱源とを同じにして仕事をすることはできないので $\Delta Q_{\text{入}} = \Delta Q_{\text{出}}$

熱の利用効率 100%の熱機関を作ることはいかなる場合にもできないので

問4 光学 難易度 B

波面に垂直な方向が波の進行方向である波面のいくつかの点で垂線を引き、焦点に向かうかどうかで判断する。 $\theta < \theta_c$ は光軸に平行だから $\theta < \theta_c$ 、 $\theta > \theta_c$ は焦点に向かうので $\theta > \theta_c$ 、 $\theta = \theta_c$ はそれぞれの方向が発散するから $\theta > \theta_c$ 、 $\theta < \theta_c$ も焦点に集束せず発散するので $\theta > \theta_c$ 。

レンズの機能を光波の波面から説明することは教科書には出ていないので、物理的な思考力を働かせる必要がある。つまり波は波面に垂直な方向に進行するという原理から正解を導き出す。

問5 力学(浮力) 難易度 B

文意を素直に数式で表せばよい。ただし圧力は単位面積当たりであること、力の大きさは圧力 \times 面積であることを忘れないこと。

そこで、大気圧による圧力の大きさは $p_0 S$ なので、 $F_{\text{浮}} - p_0 S$ は棄却される。次に底面には深さ $h+x$ に比例する水圧が加わるので、 $p_0 S + \rho g (h+x) S$ は棄却される。

問6 電気 難易度 C

電荷の正負と引き合う力、反発する力に関する問題である。同符号の電荷は反発し、異符号の電荷は引き合うという電気の基礎知識を知っていなければならない。それで即答できる。

文意から A と B は異符号、A と C は同符号だから、B と C は異符号である、したがって引き合う。を得る。

第2問 電気

A

問1 難易度 C

オームの法則に基づく基本的な問題。長さを3等分してそれぞれの抵抗は1/3に減少。これを並列に接続して、抵抗はさらに1/3に減少。全体として抵抗は1/9に減少するので、3本の導線に流れる全電流は9倍になる。

問2 難易度 B

文章 A の数値を使って、抵抗率を文意にそって素直に計算する。すなわち文意によれば

$$\begin{aligned} \text{抵抗} &= (\text{抵抗率}) \times (\text{長さ}) / (\text{断面積}) = (\text{印加した電圧}) / (\text{流れた電流}) \\ \text{したがって、抵抗率} &= (\text{断面積}) \times (\text{抵抗}) / (\text{長さ}) \\ &= 6 \times 10^{-8} \times (1.5 / (50 \times 10^{-3})) / 18 = 1.0 \times 10^{-7} \end{aligned}$$

抵抗率の定義は覚えていなくても説明されているわけだから、上記の計算はできる。ただ、円滑に解答するためには抵抗や抵抗率の概念は理解していること。

B

問3 難易度 C

図1において陰極に対して陽極とは正の電位をもつことを意味する。したがって、陰極から正の電位で引き出すことのできるものは、負の電荷をもつもので、電子である。陰極線は電子線ということ覚えていれば即答である。

電極によって曲げることができるためには、電荷をもっている必要がある。該当するのは、
である。は正電荷をもつから、陰極から引き出すことはできない。

問4 難易度 C

負の電荷をもつ電子は+側に力を受けるので、電極 A 側に、すなわち上に曲がる。

第3問

A 波動(光学、光波の回折)

問1 難易度 C

光学の基礎用語と概念を記憶理解していれば良い。回折、干渉は光波が示す基本的な現象である。

問2 難易度 B

図1の回折格子の機能を理解できるか。明線のできる方向の角 という意味が理解できるか。物理の教科書にどのように記載されているか。やや難しい。

しかし物理的意味は分からなくても、隣り合うスリットからの光の光路差を計算し、それが波長

の整数倍ならば明線であると考えると良い。すなわち光路差は $d \sin \theta$ なので、これが $m \lambda$ となる。

B 波動（音波、ドップラー効果）

問3 難易度 C

まともに考えて良いのか、ひっかけがあるのではないかと思われるような単純な問題である。時刻 0 に X_0 を出た音波の時刻 t での波面は X_0 を中心にした半径 Vt の円である。この際、救急車の移動は関係ない。

問4 難易度 B

ドップラー効果による周波数変化を知っているかどうかだけの問題。公式を記憶していれば、問題はない。記憶が不鮮明でも、ドップラー効果の発生理由を思い出せば正答を得ることができよう。

音源が近づいて来るときは、周波数は元の周波数の $V / (V - v)$ 倍になる。音源が遠ざかるときは観測者に対する音波の向きが逆になるから符号を考慮して $V / | - V - v |$ 倍になる。

第4問

A 力学（物体の投げ上げ）

問1 難易度 B

重力の下での物体の投げ上げの運動方程式を解けば良い。重力加速度を g とすれば

$$dy/dt = -gt + v_0 \quad (1)$$

$t = 1$ (秒) のとき速度 dy/dt が 0 だから、 $v_0 = g$

またエネルギー保存則から $M v_0^2 / 2 = Mgh$ ただし M は物体の質量、 h は最高点の高さ

したがって $h = v_0^2 / 2g = g/2 = 4.9 \text{ m}$ (2)

問2 難易度 A

火星の重力加速度 3.7 m/s^2 の下で、同じ初速度で投げ上げるとどうなるか。(1)式を適用すると

$$dy/dt = -3.7t + 9.8$$

dy/dt が 0 すなわち物体が最高点となる時刻は $9.8/3.7$ となり 2 秒より大きい。は棄却される。

最高点は(2)を適用すると $h = (9.8 \times 9.8) / (2 \times 3.7)$ となり 4.9m より大きい。は棄却される。

このように運動方程式に基づいて考えるが、直感的には重力の加速度が小さくなったのだから、同じ初速度なら、より高く上がり、より長い時間滞空すると考えて を選択できる。その上で、運動方程式から考え方の裏づけをとると良い。

問3 難易度 B

物理概念を正しく理解していないと、混乱する。重力とは重力加速度によって物体が受ける力。

物体の重さと質量を混同しないこと。われわれが日常的に、重さをキログラムという場合、

質量を指すのではなく、その質量が重力加速度によって受ける力、すなわち重力の大きさを指している。したがって、これは 。

物体の重さ = 重力の大きさ = 質量が重力加速度によって受ける力 = (質量) × (重力加速度)
上記から

重力加速度は物体と地球の中心からの距離の 2 乗に反比例することを覚えておく。すると物体が高くなるほど、重力加速度は小さくなる。したがって、これは \times 。

重力の向きを鉛直下向きとしているので、

地球中心と物体との距離が地球の半径に比較して非常に小さい範囲、ここでは地表付近とすると、重力の加速度はほぼ一定であるから

物体の位置エネルギー = (重力の大きさ) \times (重力に抗して移動した距離、すなわち高さ) となる。したがってこれは \times 。

以上のように物理概念を正しく理解していると良いが、物体が地表面から高くなるほど重力が大きくなるはずはない、という物理常識によって \times を迅速に選択したい。その上で、その他が正しいことを裏付検討する。

B 力学 (ばねと摩擦)

問4 難易度 B

手によってなされた仕事

$$= \text{ばねに蓄積されたエネルギー} + \text{摩擦によって消費したエネルギー}$$

$$\text{ばねに蓄積されたエネルギー} = \text{ばねの弾性エネルギー} = kx^2/2$$

$$\text{摩擦によって消費したエネルギー} = \text{摩擦力} \times \text{移動距離} = \mu mgx$$

したがって \times を得る。

問5 難易度 B

物体が静止する条件を考える。ばねによる引力と摩擦力ががつりあっているわけだから、

$$\text{ばねの引力} = \text{摩擦力}$$

ばねの引力が最大摩擦力を超えると物体が移動を始めるので、その直前までばねを伸ばすことができる。

$$\text{最大摩擦力} = \text{静摩擦係数} \times \text{物体の垂直抗力} \quad \text{だから}$$

$$kx_0 = \mu mg$$

$$x_0 = \mu mg/k$$

問6 難易度 B

物体が静止しているので、ばねの引力 = 摩擦力 となり

左向きにばねの引力が働いているので、右向きにそれと同じ大きさの摩擦力が働く。

C 気体と熱

問7 難易度 C

$$\text{発生する熱量} = \text{消費電力} \times \text{時間} = (\text{電圧} \times \text{電流}) \times \text{時間}$$

$$= \text{電圧} \times (\text{電圧} / \text{抵抗}) \times \text{時間}$$

を得る。

問8 難易度 B

ピストンが滑らかに膨張したということは、摩擦によるエネルギーの損失がないということであ

る。また摩擦によるピストン移動の抗力がないので、大気と容器内の圧力は同一に保たれるということである。すると

気体に与えられた熱量 = ピストンが移動して行った仕事 + 気体の内部エネルギーの増加を得る。

問9 難易度 C

理想気体の分子運動と内部エネルギーに関する問題。温度が高くなるほど、運動は激しくなる。内部エネルギーは大きい。