

## 平成 30 年度 大学入学共通テスト試行調査 物理【解答】

問題 番号 (配点)	設問	解答 番号	正解	配点	問題 番号 (配点)	設問	解答 番号	正解	配点	
第 1 問 (30)	1	1	7	4	第 4 問 (18)	A	1	1	8	4
		2	2	1			4	2	2	4
	3		3	4			3		3	4
	3	4	2	4		B	3	4	7	4
		5	4	5 <sup>※1</sup>			4	5	3	5
		6	1	5 <sup>※2</sup>		第 5 問 (26)	A	1	1	4
	4	7	4,5	2	2			6	4	
	5	8	1	4 <sup>※1</sup>	B		3	3	5	5 <sup>※4</sup>
		9	0				4	4	4	5
		10	1				5	2	5	
	第 2 問 (28)	A	1	6	5	(注 1) ※1 は、全部正解の場合のみ点を与える。 (注 2) ※2 は、過不足なく解答した場合のみ点を与える。 (注 3) ※3 は、第 2 問の解答番号 1 で 2 を解答し、かつ解答番号 2 で 5 を解答した場合も点を与える。 (注 4) ※4 は、4 を解答した場合は 2 点を与える。				
			2	8	5 <sup>※3</sup>					
		B	3	3	3					
4				2	4					
4			5	2	5					
5		5	6	1	5					
		6	1	5						



# 平成 30 年度 大学入学共通テスト 試行調査

## 物理

Foresight 現役東大生の個別学習指導  
オンライン家庭教師

### ■ 出題分析

配点	試験時間	大問数	センターとの難易度比較
100 点	60 分	4 題	やや難
センターとの分量比較			
減少	同程度	増加	

### <トピックス>

- グラフや数値結果を使った問題が増加
- 定性的な考察が行えるかを問うた問題が増加

### ■ 全体分析

出題範囲は特に変化なく、正解にたどり着くのに必要な知識の量は現行のセンター試験と比べて同等またはやや減といったところであろう。センター試験同様、細かい計算を行う必要はないが、実験をもとにした問題が増え、特に同じ設定でパラメータを変えたときにどうなるかを問うたものが目立つ。したがって、公式丸覚えしている受験生は太刀打ちできないだろう。実際、そうした問題の正答率は非常に低い。独立した小問数が大幅に減少し、中間あるいは大問で一貫したテーマを扱うものが増えた。前問の答えをそのまま使う問題は無かったが、テーマ丸ごとよくわからない、となる可能性は高い。

### ■ 大問別分析

※ 難易度は5段階表示で、フォーサイトの見解によるものです

問題	出題分野・テーマ	センター試験との相違点・コメント	難易度※
1	小問集合 〈力学・熱力学・波動・原子物理〉	知識問題や公式当てはめ問題が大幅に減り、見慣れない設定ながらも物理現象を理解していれば難なく解ける良問がこの大問からふんだんに出てきており、「重く」なっている。	やや難
2	物体の衝突・力積と運動量 〈力学〉	運動量と力積の関係をグラフを用いて理解しているかという、関係を使うだけで答えが出るような従来型の問題とは一線を画した問題セットとなっている。	やや難
3	波の強め合い 〈波動〉	読解力が問われた問題セットであった。読み解いて解釈すれば知識問題や簡単な計算問題に帰着できるという意味で、前2つよりは易しめであり、センター試験に出てもおかしくないような問題であった。	同程度
4	電磁誘導 〈電磁気学〉	2次試験などではよく出てくる電磁気学と力学の融合問題による複合現象の理解を問うており、センター試験に比べると定性的な考察や各種性質の理解をより問うている。	やや難



## ■ 合格への学習アドバイス

基本知識のインプットは現行のセンター試験対策と同様に行うのはもちろんであるが、公式を覚えるだけでなく、それがどうして成立するのか、その物理的意味は何か、といった本質を学ぶ勉強を意識的に行おう。それに加えて新テストの最大の特徴といえる実験形式の問題などの対策は必須であり、二次試験の、実験やその結果の内容を問うた問題を利用することも一つの対策だろう。

## 平成 30 年度 大学入学共通テスト試行調査 物理

## 第 1 問

出題範囲	小問集合(力学・熱力学・波動・原子物理)
難易度	★★★★☆
所要時間	得意：14分　ふつう：16分　苦手：17分
講評	問1・問2のように重力加速度が変化しただけで惑わされないようにしたい。また、問3や問4のように見慣れない問題でも物理現象の本質を理解していれば解けるような問題セットが小問集合から出題されたことがこの試行調査の「難しさ」を象徴している。現行のセンター試験の対策の際にただ問題を解くだけでなく、逐次考察をすることで力をつけていくことが共通テストあるいはセンター試験対策の最短ルートである。

問1  正解は ⑦

解説

力学的エネルギー保存則より、高さの基準面に達する直前の運動エネルギーは高さ $h$ の位置から初速度 $v$ で水平投射したときの力学的エネルギーに等しいので、地球上および月面上のそれを求めて差をとればよい。

地球上では $\frac{1}{2}mv^2 + mgh$ であり、月面上では $\frac{1}{2}mv^2 + m\left(\frac{1}{6}g\right)h$ であるため、両者の差を取って $\frac{5}{6}mgh$ となるので正解は⑦となる。問題文をしっかりと読み取れるかが焦点となった。重力加速度が変化しても力学的エネルギー保存則には何も影響はない。公式丸暗記で $g$ を使えばよい、という先入観を持っている人は1問目から混乱することになるが、そうならないように原理原則から理解しよう。

問2  正解は ①  正解は ③

解説

惑星には大気がないが重力はあることに注意。宇宙船から切り離された物資は、宇宙船が等速直線運動をしているので、(慣性系たる)宇宙飛行士から見たら宇宙船と同じ速さで水平に投射された物体の落下運動、いわゆる水平投射に見える。宇宙船と物資は水平方向には力を受けないため、ある瞬間において水平方向の変位がすべて等しい。これらを総合して解答番号2は①のアが正解となる。物資が水平投射で水平方向速度が宇宙船と同じであることを理解できているかが問われた問題であった。

このとき、宇宙船は水平左向きに等速直線運動をしている。宇宙船にはたらく力は鉛直下向きの重力のみであるため、鉛直下向きに燃焼ガスを噴射することでその反作用として鉛直上向きに推力を得る。この推力と重力がつりあっているため水平方向の等速直線運動、鉛直方向の(速度0という)等速度運動を行う。よって、解答番号3の正解は③となる。④の「噴射していなかった」と間違わないように注意すべき良問であった。力と加速度の関係である運動方程式から力学を理解しておく必要が常日頃からあることを教えてくれる非常に良い問題であるので、間違えた人は根幹である運動方程式 $ma = F$ の意味から確認しよう。

問 3  4  正解は ②  5  正解は ④  6  正解は ①

## 解説

質量 $m$ のピストンが高さ $h$ で静止しているためピストンにはたらく重力と気体がピストンを押す力が釣りあっている。よってピストンの圧力と断面積をそれぞれ $P$ と $S$ とすると $mg = PS$ が成立する。一方で状態方程式より $PSh = nRT$ が成り立つため、これら 2 式から $mgh = nRT$ となりとなり解答番号 4 は②が正解となる。

次に、栓を開いたことにより、気体が真空部分に移動していく一方で、ピストンが下がる。断熱状態のもとで単原子分子理想気体であるから熱力学第一法則より気体の内部エネルギーはなされた仕事の分だけ増加する。よって、解答番号 5 は④であり、単原子分子理想気体の内部エネルギーは温度 $T$ の関数であるから結局温度は上昇する。よって解答番号 6 は①である。これは、図 3 の(a)と(b)を見比べるとピストンが下に下がっているためピストンの位置エネルギー(つまり力学的エネルギー)が減少し、断熱ゆえにその分が外部に散逸することがないことからそのエネルギーが気体にわたされて内部エネルギーが増加した、というエネルギー収支の観点から考えるとわかりやすいかもしれない。

問 4  7  正解は ④⑤

## 解説

光源から出た光は代表的な 3 つの動きをする。すなわち、

1. レンズの軸に平行に出た光は凸レンズで屈折して反対側の焦点を通過して直線的に抜けていく
2. レンズの中心を通る光はそのまま直線的に抜けていく
3. 光源側の焦点を通過した光はレンズで屈折したあと軸に平行に進む

の 3 つである。さて、このうち 1. と 2. の光に関しては板 B によってレンズ後方には到達しないが、本来なら⑥と⑤の 1 つ下の格子点にそれぞれ到達する。また、3. の光は④と⑤の間を通過する。この 3 つの光は 1 つの焦点を構成するが、光源から出た光はこれらのほかにもたくさんあり、光源を出たあらゆる光は屈折後その焦点に向かって直線的に進むことを理解しておかなければならない。

これらをもとに、レンズ後方で見える部分と見えない部分を考えてみよう。まず、1. と 2. の光にはさまれた領域は板 B によってさえぎられるため光が届かない。これは、例えばレンズの上半分の部分のどこかを通り焦点を通過する直線を描けばその領域の中に入っていることからわかる。次に、レンズの下端を通り焦点を通過する直線を描く。その直線と 2. の直線にはさまれた領域は見える部分である。これは、3. の直線がこの領域の中に入っていることからわかる。そしてこの領域の中に入っている④と⑤が正解である。

問 5  8  正解は ①  9  正解は ①  10  正解は ①

## 解説

エネルギーの最も低い励起状態は $n = 2$ であり、基底状態は $n = 1$ であるから、遷移に伴って放出される光子のエネルギーは $-3.4 - (-13.6) = 10.2\text{eV}$ である。よって、有効数字 2 桁なので $1.0 \times 10\text{eV}$ となる。

(日笠航希, 橋元菜摘)

## 平成 30 年度 大学入学共通テスト試行調査 物理

## 第 2 問

出題範囲	物体の衝突・力積と運動量(力学)
難易度	★★★★☆
所要時間	得意：12分　ふつう：14分　苦手：16分
講評	運動量と力積の関係をベースにした良問であり、与えられたグラフの面積としての力積を求めつつ、運動量と力積の関係から速度を求める、あるいは作用反作用の法則を理解しているかを問うた問題として問 5 のグラフを答えさせる問題セットとなっている。運動量と力積の関係は運動方程式と密接な関係にあることは意外と盲点であり、しっかり理解しておこう。

## A

問 1  正解は ⑥

以下、 $x$ 軸正の向きを速度正とする。小物体 A の衝突前の速度は $-v$ 、小物体 B の衝突前の速度は $v$ であり、衝突後の速度をそれぞれ $V_a$ 、 $V_b$ とすると、運動量保存則より

$$-mv + mv = mV_a + mV_b$$

となる。また、反発係数の式より

$$e = -\frac{V_a - V_b}{-v - v}$$

となる。以上の 2 式より、 $V_a = ev$ となり、正解は⑥である。

問 2  正解は③

運動量と力積の関係より

$$m\Delta v = F\Delta t$$

が成立する。これは

$$m\frac{\Delta v}{\Delta t} = F$$

の変形に過ぎず、 $\Delta t$ を限りなく小さくすれば

$$m\frac{dv}{dt} = F$$

すなわち、

$$ma = F$$

に他ならない。すなわち、運動量と力積の関係は微小ながら限りなく小さくはない時間 $\Delta t$ に関する運動方程式であり、それゆえに力の「平均値」が求められるのである。さて、

$$F = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

であるが、問 1 で衝突後の小物体 A の速度は $ev$ であることがわかり、小物体 A の速度は $-v$ であるため、

$$\Delta v = ev - (-v) = (1 + e)v$$

となる。よって

$$F = \frac{(1 + e)mv}{\Delta t}$$

となり、正解は⑧である。

## B

問 3  正解は ③  正解は ②

図 2 のグラフが何を意味しているのかを考える。縦軸は力 $F$ 、横軸は時間 $t$ となっているため、面積 $S$ は $A$ が受けた力積を表している。そして、問 2 の解説でも述べた通り

$$mdv = Fdt$$

が成立する。これらの両辺に $\int$ をつけて積分すると

$$S = \int Fdt = \int mdv = m \int dv = m(1 + e)v$$

となる。ここでは弾性衝突であるので $e = 1$ である。よって $S = 2mv$ となり解答番号 3 の正解は③となる。

解答番号 4 の選択肢をみみると、四角形の面積 $F\Delta t$ の何倍なのか、すなわち $F$ の平均値が求めるべきものであることが分かる。 $\Delta t$ は $4.0 \times 10^{-3}s \sim 19.0 \times 10^{-3}s$ までの $15.0 \times 10^{-3}s$ のことである。よって、 $f$ の

$\frac{1}{3}$ 、 $\frac{1}{2}$ 、 $\dots$ のところにそれぞれ横に線を引いて半分に分けられている線が何かを考えると、答えは②の $\frac{1}{2}f\Delta t$ であることがわかる。

問 4  正解は ②

2 台の台車の速さは衝突の前後で変わらなかったとあるので、弾性衝突であることがわかる。すなわち、問 3 の結果から $S = 2mv$ が成り立つ。そして問 3 の結果よりその面積は $\frac{1}{2}f\Delta t$ である。よって

$$\frac{1}{2}f\Delta t = 2mv$$

が成り立ち、グラフから $f = 44N$ 、問題文から $m = 1.1kg$ 、 $\Delta t = 15.0 \times 10^{-3}s$ であるため代入して計算すると、 $v = 15 \times 10^{-2}s$ である。ここまでの結果をすべて利用しないと解けない問題となっている。

問 5 6 正解は ①

図 1 は、台車 A を速度  $-v$  で台車 B を速度  $v$  で衝突させたときのグラフである。一方で、図 3 では台車 A の速度は 0 で、台車 B を速度  $2v$  で衝突させたときのグラフである。運動量保存則と反発係数の式(たとえば  $e = 1$  の弾性衝突として)から衝突後の台車 A の速度は  $-2v$ 、台車 B の速度は 0 となるため台車 A、B ともに  $S = m(0 - (-2v)) = 2mv$  となり、図 1 の  $S$  と等しい①と⑤が候補であるが、台車 A と台車 B が受ける力は上下対称でなければならない。それは作用反作用の法則が成り立つからである。よって⑤は候補から外すことができるため①が正解であることが分かる。

なお、図 1 と図 3 の弾性衝突の状況下で、台車 A と B ともに質量が等しく  $m$  であるため、「速度交換」が行われる。すなわち、衝突後の A の速度 = 衝突前の B の速度、衝突後の B の速度 = 衝突前の A の速度が成り立つ。これは同じ質量の 2 物体が弾性衝突するとき一般に成り立つ。これは運動量保存則と弾性衝突の式から直ちに示される。

(日笠航希, 橋元菜摘)

## 平成 30 年度 大学入学共通テスト試行調査 物理

## 第 3 問

出題範囲	電磁波の性質(波動)
難易度	★★★★☆
所要時間	得意：10分　ふつう：12分　苦手：14分
講評	前半の3つの解答番号のうち、 <input type="text" value="3"/> は知識問題ではなく読解力と前問の結果を用いる応用力が試された。後半は共通テストの最大の特徴である、「見慣れない設定の実験結果から得られる既習の事柄を見抜ける力を試す」の象徴的な問題となっている。問題文をしっかりと読んで、確実に理解すると同時に、 <input type="text" value="4"/> のような物理現象の羅列に対しても混乱せずに一つ一つの減少の意味を理解しておく必要がある。

## A

問 1  正解は ⑧

解説

屈折率が大きい媒質から小さい媒質にあたって反射した光は位相が変化せず、屈折率が小さい媒質から大きい媒質にあたって反射した光は位相が $\pi$ ずれる。よって、図の右側のせっけん膜面で反射した光は前者、図の左側のせっけん膜面で反射した光は後者である。求める条件式は光が強め合う条件であるから、光路差 $2nd$ が半波長の奇数倍のときちょうど強めあう。よって答えは⑧である。⑦と間違えないようにしたい。

問 2  正解は ④  正解は ③

解説

解答番号 2 は波長が短い順であるため、青→緑→赤の順の④が正解である。また、解答番号 3 は問 1 で求めた式から、せっけん膜の厚さ $d$ は波長 $\lambda$ に比例することがわかる。よって、波長が長い赤(下部)の方がせっけん膜の厚さが厚いと考えられるため、正解は③である。

## B

問 3  正解は ⑦

## 解説

アンテナは入射波と反射波を受信し、電波の振幅に比例する電圧(の実効値) $V$  を測定するとある。入射波と反射波が関係してくる選択肢のうち、①のうなりは振動数の異なる 2 つの波の重ね合わせであり、本問では振動数はどちらの波も等しいので不適であり、ドップラー効果は観測者と波源の相対運動に基づく現象であるがアンテナも金属板も動いていないため相対運動をせず不適である。それに、ドップラー効果で電波の振幅が変わることはない。残った⑦の定常波(定在波)が答えである。波の重ね合わせによる振幅増加が本問は関係してくる。

問 4  正解は ③

## 解説

波長・振幅・周期が等しい入射波と反射波が波の重ね合わせによって合成される定常波においては、振幅が元の波の振幅の 2 倍になる腹の部分と、全く動かない節ができるが、腹と腹の間隔はもとの波の波長の半分であり、節と節の間隔も同様である。つまり、腹と腹あるいは節と節の位置を表 1 のデータから推定すればよい。見てみると、 $(d, V) = (92, 152)$  あるいは  $(94, 157)$ 、 $(108, 160)$  あるいは  $(110, 160)$ 、 $(122, 160)$  あるいは  $(124, 160)$  あたりが腹であることがわかるため、その間隔を 2 倍して欲しい  $16 \times 2 = 32\text{mm}$ 、 $14 \times 2 = 28\text{mm}$  となる。よって、最も近い③の  $30\text{mm}$  が正解。これらの  $d$  の位置でアンテナのところがちょうど腹になるということである。

(日笠航希, 橋元菜摘)

## 平成 30 年度 大学入学共通テスト試行調査 物理

## 第 4 問

出題範囲	電磁誘導(電磁気学)
難易度	★★★★☆
所要時間	得意：10分　　ふつう：12分　　苦手：13分
講評	前半はギターを用いて、波動の理解や条件を変化させたときのグラフの読み取りなど総合的な力を求めるセットで、後半は電磁誘導の頻出問題に落下距離を変化させたときの比較という力学も少し混ぜた問題セットであった。特に前半は物理現象の本質的理解ができていないとわからない出題という、試行調査全体に通底する出題思想がにじみでている。単なる問題演習だけでなく、「このときはどうなのか試してみる」考察が思考力を鍛えることになり、ひいては試行調査やセンター試験のような良問に落ちていて対応できる力を鍛えることになる。

## A

問 1  正解は ④

## 解説

音の 3 要素として音程・音の大きさ・音色がある。弦をより強くはじくことによって音の大きさが大きくなる。音の大きさは音波の振幅に比例するが、強くはじくことで空気の圧力変化が大きくなり、結局波の振幅が大きくなる。また、同じ弦をはじくため音色すなわち波形は同じであり、音程たる周波数も変化しない。よって結局④が正解である。ギターの弦のはじく強さを変えた時の変化は経験的に知っているかもしれない。

問 2  正解は ⑥

## 解説

銅製のおんさを鳴らすと図 6 のように縦軸すなわち電圧の変化がなかった。これは何を意味しているのかというと、磁束変化に伴う誘導起電力が生じなかったということである。磁束密度  $B$  と磁場の強さ  $H$  の間には透磁率  $\mu$  を用いて  $B = \mu H$  たる関係がある。銅は  $\mu$  が十分小さく、 $B$  が小さいために誘導起電力が生じなかったと考えるのが妥当である。よって答えは⑥の比透磁率(真空の透磁率との比)である。問題文をよく読み、縦軸の電圧変化は誘導起電力によるものであることを理解すれば、たとえば①音速や③密度などは明らかに違うとわかるだろう。比〇〇などのそれっぽい単語を並べて混乱を狙っているのであろう。実際正答率は 30%を下回った。

## B

問 3  正解は ⑤

## 解説

まず、コイルが端子 A から B に上から見て時計回りに巻かれていること、電圧は B を基準にした A の電位という形で表現していること、これらをおさえておこう。端子 A の電位の方が端子 B の電位より高いということは、このコイル全体を電池としてみたとき、端子 A 側の方の電位が高い向きに起電力が発生していることを意味する。すなわち、コイルには下から上＝反時計回りに電流が流れていることがわかる。よって、コイル全体としては鉛直上向きに磁束を発生させようとするのだが、それはコイルを上から下に貫く磁束の増加に対してそれを打ち消す方向に磁束を発生させるためである。これから、磁石は N 極を下にして落下してきたとわかる。以上より答えは⑤。

問 4  正解は ④  正解は ②

## 解説

磁石は自由落下するので、落下距離  $h$  に対して速さ  $v = \sqrt{2gh}$  となるが、 $h$  が 30cm から 15cm になることで速さが  $\frac{1}{\sqrt{2}}$  倍になる。速さが  $\frac{1}{\sqrt{2}}$  倍になることは磁束変化が  $\frac{1}{\sqrt{2}}$  倍になることを意味し、結局誘導起電力が  $\frac{1}{\sqrt{2}}$  倍になることを意味する。コイルに高速で鉄心を入れた時の誘導起電力が大きくなることを思い出そう。答えは④となる。

また、山の頂上と谷の底の時間差はコイルの上端を通過した時刻とコイルの下端を通過した時刻との時間差とみてよい。よって、(厳密には等加速度運動ではあるが、10mm と短いため)コイルの中は等速直線運動とみてよい。よって、速さが  $\frac{1}{\sqrt{2}}$  倍になることで時間は  $\sqrt{2}$  倍となる。よって答えは②となる。「およそ」の議論なので厳密に等加速度運動の公式を使わなくてもおおまかな把握でよい。

(日笠航希, 橋元菜摘)