

## 理 科

### 注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけない。
2. 出題分野、頁および選択方法は、下表のとおりである。

出題分野	頁	選 択 方 法
物 理	1～12	左の3分野のうちから2分野を選択し、 解答しなさい。
化 学	13～22	
生 物	23～33	

3. 試験開始後、頁の落丁・乱丁及び印刷不鮮明、また解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 監督者の指示にしたがって解答用紙の下記の該当欄にそれぞれ正しく記入し、マークせよ。

① 受験番号欄

受験番号を4ケタで記入し、さらにその下のマーク欄に該当する4ケタをマークせよ。(例)受験番号0025番→ 

0	0	2	5
---	---	---	---

 と記入。

② 氏名欄 氏名・フリガナを記入せよ。

③ 解答分野欄

解答する分野名二つを○で囲み、さらにその下のマーク欄にマークせよ。

5. 受験番号および解答する分野が正しくマークされていない場合は、採点できないことがある。
6. 解答は、解答用紙の解答欄にHB鉛筆で正確にマークせよ。

例えば 

15
----

 と表示された問題の正答として④を選んだ場合は、次の(例)のように解答番号15の解答欄の④を濃く完全にマークせよ。薄いもの、不完全なものは解答したことにはならない。

(例)

解答番号	解 答 欄									
15	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

7. 解答を修正する場合は必ず「消しゴム」であとが残らないように完全に消すこと。鉛筆の色や消しくずが残ったり、 のような消し方などをした場合は、修正したことにならない。
8. 解答をそれぞれの問題に指定された数よりも多くマークした場合は無解答とみなされる。
9. 問題冊子の余白等は、適宜利用してよいが、どの頁も切り離してはならない。
10. 試験終了後、問題冊子および解答用紙を机上に置き、試験監督者の指示に従い退場しなさい。

## 物 理

### 解答にあたっての諸注意

1. 求めた数値をマークシートにマークせよ。例えば、求めた答えが3.1の場合、この値は指数部まで含めて、 $3.1 \times 10^0$ なので、3つの解答欄に、3, 1, 0 (指数)とマークする。最後の0は指数部の0である。以下の解答例のように、数値が負になる場合にのみ、解答欄のマイナスにもマークすること。

解答例：

a :  $-32$  (有効数字2桁)  $\rightarrow -3.2 \times 10^1 \rightarrow -$ と3, 2, 1にマークする。

b :  $0.22$  (有効数字2桁)  $\rightarrow 2.2 \times 10^{-1} \rightarrow 2, 2, -$ と1にマークする。

解答番号		解 答 欄
a	イ	<input checked="" type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
	□	<input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
	ハ	<input type="radio"/> - <input type="radio"/> 0 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
b	イ	<input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
	□	<input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
	ハ	<input checked="" type="radio"/> 0 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9

2. 特に断りのない限り、数値は有効数字2桁で解答すること。
3. 各設問の後に、解答番号、解答形式、単位が記されているので、その解答形式にしたがって解答すること。
4. 各問題を解くために必要な定数を記した定数表と、三角関数表を物理の問題の最後に添付した。
5. 計算中に無理数( $\sqrt{3}$  など)や円周率( $\pi$ )などを用いるときは、有効数字の桁数より1桁多くすること。

## 第1問

2個の重水素 ${}^2\text{H}$ の原子核が接近して $3.0 \times 10^{-15} \text{ m}$ まで近づくと核力が働くようになり、核融合反応が起こる。速さの等しい2個の重水素原子核が衝突して核融合反応をする場合、重水素原子核が持つ運動エネルギーは最低いくらでなければならないか。電子ボルトで表せ。

1 : .  $\times 10^{\text{ハ}}$  eV

## 第2問

静止していた電車が平面上を直線に沿って動きだした。最初、電車は一定の加速度で加速し、その後、等速運動した。電車の中に長さ1.0 mのひもの先に質量1.0 kgのおもりがぶら下げられた振り子がある。振り子は最初静止していたが、電車が加速し始めると振り子は振動を始めた。電車が加速中に振り子の振動を手で止め、静かに放したところ、一定のふれ角(鉛直方向とひものなす角)で静止した。そのふれ角は $28^\circ$ であった。以下の問に答えよ。

- (1) 電車が加速している間の振り子の周期はいくらか。

$$2 : \boxed{\text{イ}}.\boxed{\text{ロ}} \times 10^{\boxed{\text{ハ}}} \text{ s}$$

- (2) 電車の加速度はいくらか。

$$3 : \boxed{\text{イ}}.\boxed{\text{ロ}} \times 10^{\boxed{\text{ハ}}} \text{ m/s}^2$$

- (3) 電車の加速していた時間が10秒間の場合、動きはじめてから20秒後までに電車はどれだけ進むか。

$$4 : \boxed{\text{イ}}.\boxed{\text{ロ}} \times 10^{\boxed{\text{ハ}}} \text{ m}$$

### 第3問

水平面に平行な、 $1.0\text{T}$  の一様な磁場がある。2本のまっすぐな導線が間隔  $0.30\text{ m}$  で平行になっている。まず、この2本の導線を含む面が磁場と水平面とに垂直になるように置き、その後、磁場の方向に沿って、その面と水平面との角度が  $60^\circ$  になるまで導線を倒した。この2本の導線は、上端が  $0.10\ \Omega$  の抵抗でつながれている。この2本の導線の上側から2本の導線に接触するように質量  $0.20\text{ kg}$  の細くまっすぐな導体棒を水平を保ったままで滑らせた。しばらくして滑らせた導体棒は等速運動するようになった。以下の問に答えよ。ただし、導線と導体棒の間の摩擦や接触抵抗は無視できるものとする。

- (1) 等速運動の速さはいくらか。

$$5 : \boxed{\text{イ}}.\boxed{\text{ロ}} \times 10^{\boxed{\text{ハ}}} \text{ m/s}$$

- (2) そのとき抵抗に流れる電流はいくらか。

$$6 : \boxed{\text{イ}}.\boxed{\text{ロ}} \times 10^{\boxed{\text{ハ}}} \text{ A}$$

## 第4問

平坦な場所にある2本の直線道路A, Bが直角に交差している。救急車がサイレンを鳴らしながら直線道路A上を走ってきた。私は直線道路B上の、交差点から50 m離れた所で、交差点に向かって立っていた。私の右方向から直線道路A上を近づいて来た救急車は交差点を右折して直線道路B上を遠ざかっていった。以下の問に答えよ。ただし、このときの気温は30.8℃であったとする。また、道路の幅は無視できるものとし、救急車が発するサイレンの音の周波数は変わらないものとする。

- (1) 時速72 kmで交差点に近づいてきた救急車がちょうど交差点から50 m手前に来たときに、聞こえたサイレンの音の周波数が1000 Hzであった。救急車が発しているサイレンの音の周波数はいくらか。

$$7 : \boxed{\text{イ}}.\boxed{\text{ロ}} \times 10^{\boxed{\text{ハ}}} \text{ Hz}$$

- (2) 私から遠ざかっていった救急車のサイレンの音の周波数が930 Hzに聞こえたとき、救急車の速さは時速何キロメートルか。

$$8 : \boxed{\text{イ}}.\boxed{\text{ロ}} \times 10^{\boxed{\text{ハ}}} \text{ km/h}$$

## 第5問

2.0 mol の 2 原子分子理想気体を標準状態にある状態 A から、3.0 atm の状態 B に定積変化させた。次に、状態 A の 3.0 倍の体積で、1.0 atm の状態 C に等温変化させた。状態 B から状態 C への等温変化の過程で気体がした仕事は  $1.5 \times 10^4 \text{ J}$  であった。次に、状態 C から状態 A まで定圧変化させた。以下の問いに答えよ。

- (1) 状態 A から状態 B への定積変化の過程で気体が得た熱量はいくらか。

$$9 : \boxed{\text{イ}}.\boxed{\text{ロ}} \times 10^{\boxed{\text{ハ}}} \text{ J}$$

- (2) 状態 C から状態 A への定圧変化の過程で気体が得た熱量はいくらか。

$$10 : \boxed{\text{イ}}.\boxed{\text{ロ}} \times 10^{\boxed{\text{ハ}}} \text{ J}$$

- (3)  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$  の 1 サイクルの変化において、気体が外部に対してした全仕事の量はいくらか。

$$11 : \boxed{\text{イ}}.\boxed{\text{ロ}} \times 10^{\boxed{\text{ハ}}} \text{ J}$$

物理定数表

名 称	数 値
重力加速度	$g \doteq 9.8 \text{ m/s}^2$
熱の仕事当量	4.19 J/cal
絶対零度	- 273 °C
気体 1 mol の体積(0 °C, 1 atm)	22.4 l
1 気圧	1 atm = $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$
乾燥空気中の音速(温度 $t$ °C)	$V = 331.5 + 0.6 t \text{ m/s}$
真空の誘電率	$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$
真空の透磁率	$\mu_0 = 1.26 \times 10^{-6} \text{ H/m}$
電気素量	$e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$
クーロンの法則の定数(真空中)	$k_0 = 8.99 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$
電子の質量	$9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
電子の比電荷	$1.76 \times 10^{11} \text{ C/kg}$
1 原子質量単位	1 u = $1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$
アボガドロ数	$N_0 = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
万有引力定数	$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$
気体定数	$R = 8.31 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$
定積モル比熱(1 原子分子理想気体)	$C_v = 3 R / 2$
"    (2 原子分子理想気体)	$C_v = 5 R / 2$
定圧モル比熱(1 原子分子理想気体)	$C_p = 5 R / 2$
"    (2 原子分子理想気体)	$C_p = 7 R / 2$
真空中の光速	$c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$
プランク定数	$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$



### 三角関数表

角		正弦 sin	余弦 cos	正接 tan	角		正弦 sin	余弦 cos	正接 tan
度 [°]	ラジアン [rad]				度 [°]	ラジアン [rad]			
0	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	45	0.7854	0.7071	0.7071	1.0000
1	0.0175	0.0175	0.9998	0.0175	46	0.8029	0.7193	0.6947	1.0355
2	0.0349	0.0349	0.9994	0.0349	47	0.8203	0.7314	0.6820	1.0724
3	0.0524	0.0523	0.9986	0.0524	48	0.8378	0.7431	0.6691	1.1106
4	0.0698	0.0698	0.9976	0.0699	49	0.8552	0.7547	0.6561	1.1504
5	0.0873	0.0872	0.9962	0.0875	50	0.8727	0.7660	0.6428	1.1918
6	0.1047	0.1045	0.9945	0.1051	51	0.8901	0.7771	0.6293	1.2349
7	0.1222	0.1219	0.9925	0.1228	52	0.9076	0.7880	0.6157	1.2799
8	0.1396	0.1392	0.9903	0.1405	53	0.9250	0.7986	0.6018	1.3270
9	0.1571	0.1564	0.9877	0.1584	54	0.9425	0.8090	0.5878	1.3764
10	0.1745	0.1736	0.9848	0.1763	55	0.9599	0.8192	0.5736	1.4281
11	0.1920	0.1908	0.9816	0.1944	56	0.9774	0.8290	0.5592	1.4826
12	0.2094	0.2079	0.9781	0.2126	57	0.9948	0.8387	0.5446	1.5399
13	0.2269	0.2250	0.9744	0.2309	58	1.0123	0.8480	0.5299	1.6003
14	0.2443	0.2419	0.9703	0.2493	59	1.0297	0.8572	0.5150	1.6643
15	0.2618	0.2588	0.9659	0.2679	60	1.0472	0.8660	0.5000	1.7321
16	0.2793	0.2756	0.9613	0.2867	61	1.0647	0.8746	0.4848	1.8040
17	0.2967	0.2924	0.9563	0.3057	62	1.0821	0.8829	0.4695	1.8807
18	0.3142	0.3090	0.9511	0.3249	63	1.0996	0.8910	0.4540	1.9626
19	0.3316	0.3256	0.9455	0.3443	64	1.1170	0.8988	0.4384	2.0503
20	0.3491	0.3420	0.9397	0.3640	65	1.1345	0.9063	0.4226	2.1445
21	0.3665	0.3584	0.9336	0.3839	66	1.1519	0.9135	0.4067	2.2460
22	0.3840	0.3746	0.9272	0.4040	67	1.1694	0.9205	0.3907	2.3559
23	0.4014	0.3907	0.9205	0.4245	68	1.1868	0.9272	0.3746	2.4751
24	0.4189	0.4067	0.9135	0.4452	69	1.2043	0.9336	0.3584	2.6051
25	0.4363	0.4226	0.9063	0.4663	70	1.2217	0.9397	0.3420	2.7475
26	0.4538	0.4384	0.8988	0.4877	71	1.2392	0.9455	0.3256	2.9042
27	0.4712	0.4540	0.8910	0.5095	72	1.2566	0.9511	0.3090	3.0777
28	0.4887	0.4695	0.8829	0.5317	73	1.2741	0.9563	0.2924	3.2709
29	0.5061	0.4848	0.8746	0.5543	74	1.2915	0.9613	0.2756	3.4874
30	0.5236	0.5000	0.8660	0.5774	75	1.3090	0.9659	0.2588	3.7321
31	0.5411	0.5150	0.8572	0.6009	76	1.3265	0.9703	0.2419	4.0108
32	0.5585	0.5299	0.8480	0.6249	77	1.3439	0.9744	0.2250	4.3315
33	0.5760	0.5446	0.8387	0.6494	78	1.3614	0.9781	0.2079	4.7046
34	0.5934	0.5592	0.8290	0.6745	79	1.3788	0.9816	0.1908	5.1446
35	0.6109	0.5736	0.8192	0.7002	80	1.3963	0.9848	0.1736	5.6713
36	0.6283	0.5878	0.8090	0.7265	81	1.4137	0.9877	0.1564	6.3138
37	0.6458	0.6018	0.7986	0.7536	82	1.4312	0.9903	0.1392	7.1154
38	0.6632	0.6157	0.7880	0.7813	83	1.4486	0.9925	0.1219	8.1443
39	0.6807	0.6293	0.7771	0.8098	84	1.4661	0.9945	0.1045	9.5144
40	0.6981	0.6428	0.7660	0.8391	85	1.4835	0.9962	0.0872	11.4301
41	0.7156	0.6561	0.7547	0.8693	86	1.5010	0.9976	0.0698	14.3007
42	0.7330	0.6691	0.7431	0.9004	87	1.5184	0.9986	0.0523	19.0811
43	0.7505	0.6820	0.7314	0.9325	88	1.5359	0.9994	0.0349	28.6363
44	0.7679	0.6947	0.7193	0.9657	89	1.5533	0.9998	0.0175	57.2900
45	0.7854	0.7071	0.7071	1.0000	90	1.5708	1.0000	0.0000	