

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	13～23	
生 物	24～36	

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. 解答を選択する場合は、問題中に挙げられている中から選んでマークシートの指定された場所にマークせよ。該当する解答が複数ある場合はすべてをマークすること。
2. 数値で解答する場合は次に説明する方法でマークシートにマークせよ。
 (a) 例えば、求めた解答が 3.1 の場合、この値は指数部まで含めて、 3.1×10^0 なので、3つの解答欄に、3, 1, 0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) $\rightarrow -3.2 \times 10^1 \rightarrow -3, 2, (-$ をマークしない) 1
 b : 0.22 (有効数字2桁) $\rightarrow 2.2 \times 10^{-1} \rightarrow 2, 2, -1$

解答番号		解 答 欄										
a	イ	●	0	①	②	●	4	5	6	7	8	9
	□	0	①	●	③	4	5	6	7	8	9	
	ハ	-	0	●	②	③	4	5	6	7	8	9
b	イ	0	①	●	③	4	5	6	7	8	9	
	□	0	①	●	③	4	5	6	7	8	9	
	ハ	●	0	●	②	③	4	5	6	7	8	9

- (b) 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。
- (c) 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、その形式にしたがって解答すること。
- (d) 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。
- (e) 計算中に無理数($\sqrt{3}$ など)や円周率(π)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

バネ定数 4.0 N/m のバネを水平に置き、一方の端を壁に固定した。もう一方の端に質量 1.0 kg のおもりを付けた。おもりをバネの釣り合いの位置に静止させた後で、質量 0.10 kg の物体をおもりに衝突させた。衝突後おもりは振動を始めた。衝突する前の物体の速さは 5.0 m/s 、衝突した後の物体の速さは 4.0 m/s であった。物体はバネの伸び縮みの方向と平行に進んでおもりに衝突し、まっすぐに跳ね返された。以下の問に答えよ。ただし、おもりや物体と床との摩擦、空気抵抗などは考えないものとする。また、物体とおもりの衝突は弾性衝突とは限らない。

(1) バネは最大いくら縮むか。

$$1 : \boxed{\text{イ}}.\boxed{\text{ロ}} \times 10^{\boxed{\text{ハ}}} \text{ m}$$

(2) おもりの振動の周期はいくらか。

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

第2問

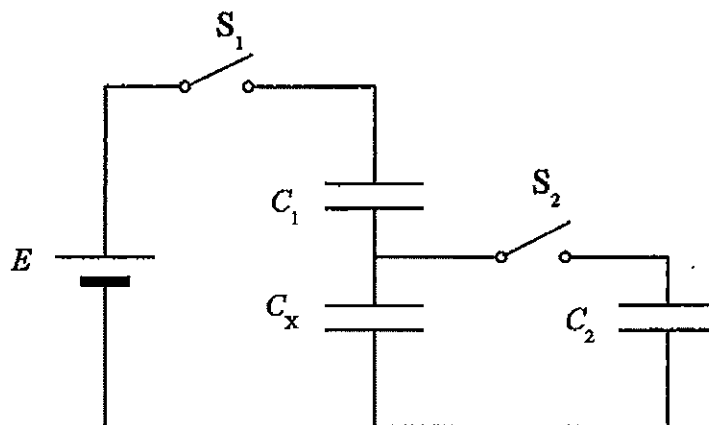
電気容量がそれぞれ、 $4.0\ \mu\text{F}$ 、 $2.0\ \mu\text{F}$ のコンデンサー C_1 、 C_2 と電気容量のわからないコンデンサー C_x とスイッチ S_1 、 S_2 と起電力 $9.0\ \text{V}$ の電池 E で図のような回路を組んだ。最初スイッチは2個とも開いていて、コンデンサーに電荷は蓄えられていなかった。まず S_1 を閉じ、十分に長い時間が経過した後に S_1 を開いて、 S_2 を閉じた。十分に長い時間が経過した後に C_x の極板間の電位差が $3.0\ \text{V}$ になった。その後、 S_2 を開いて、 S_1 を閉じた。十分に長い時間が経過した後に C_x の極板間の電位差が $5.0\ \text{V}$ になった。以下の問いに答えよ。ただし $10^{-6}\text{F} = 1\ \mu\text{F}$ 、 $10^{-6}\text{C} = 1\ \mu\text{C}$ である。

- (1) この一連の操作で、電池 E より送られた電気量はいくらか。

$$3 : \boxed{\text{イ}}.\boxed{\text{ロ}} \times 10^{\boxed{\text{ハ}}} \mu\text{C}$$

- (2) コンデンサー C_x の電気容量はいくらか。

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



(計 算 用 紙)

第3問

空気中で波長 $5.81 \times 10^{-7} \text{ m}$ の光を格子定数が不明な回折格子の面に垂直に入射させた。以下の問いに答えよ。

- (1) 1次の回折光(最も回折角の小さな回折光)の回折角が 20° であった場合、回折格子の格子定数はいくらか。

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

- (2) 水中で回折をさせた場合、1次の回折光の回折角はいくらかになるか。

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

(計 算 用 紙)

第4問

ラジウム ^{226}Ra は半減期 $T = 11.7$ 日で α 崩壊して、ラドン ^{222}Rn になる。はじめに ^{226}Ra が 13.0 g あった。以下の問いに答えよ

(1) はじめにあった ^{226}Ra の個数はいくらか。

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

(2) 81.9 日経過後の ^{226}Ra の個数はいくらか。

$$8 : \boxed{\text{イ}}.\boxed{\text{ロ}} \times 10^{\boxed{\text{ハ}}\boxed{\text{ニ}}} \text{個}$$

(計 算 用 紙)

第5問

シリンダーがなめらかに動くピストンを使って、 n [mol] の単原子分子理想気体を閉じ込め、図のように状態を変化させた。ただし、BC の過程は等温変化であった。それぞれの過程で気体についての仕事、熱、内部エネルギーはどうか。

解答欄の該当する場所にマークせよ。解答は以下の説明に従ってマークすること。

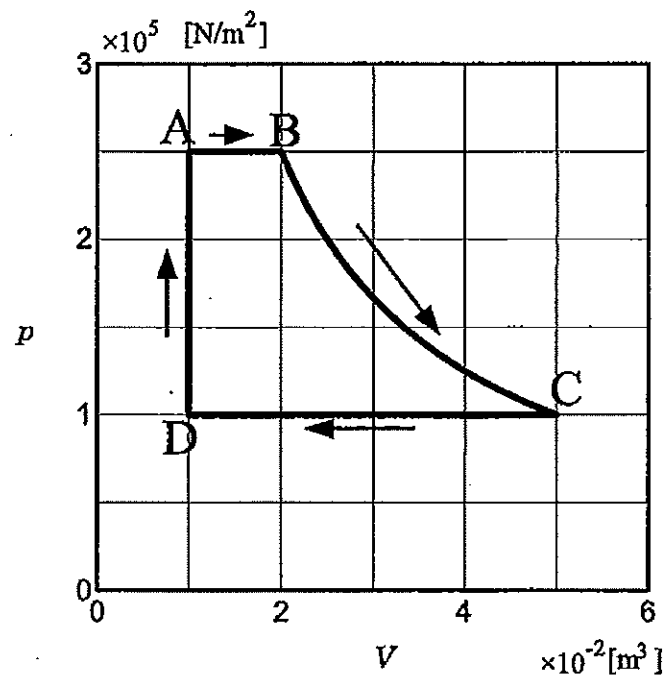
仕事(外部に仕事をする場合↑, される場合↓, 仕事をしない場合→),
 熱(熱を放出する場合↑, 熱を吸収する場合↓, 熱の出入りがない場合→),
 内部エネルギー(増加する場合↑, 減少する場合↓, 変化しない場合→)

9 : AB の過程

10 : BC の過程

11 : CD の過程

12 : DA の過程



(計 算 用 紙)

物理定数表

名 称	数 値
重力加速度	$g \doteq 9.8 \text{ m/s}^2$
空気の真空に対する屈折率(0 °C, 1 atm)	$n = 1.0003$
水の空気に対する屈折率	$n = 1.33$
熱の仕事当量	4.19 J/cal
絶対零度	- 273 °C
1 気圧	1 atm = $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$
気体定数	$R = 8.31 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$
単原子分子の定積モル比熱	$C_V = 3R / 2 = 12.5 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$
単原子分子の定圧モル比熱	$C_P = 5R / 2 = 20.8 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$
乾燥空気中の音速(0 °C)	$V = 331.5 \text{ m/s}$
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	$1 \text{ u} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$
アボガドロ定数	$N_0 = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
万有引力定数	$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$
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	