

平成20年度

大学入試センター試験 および 国公立大二次・私大

大学入試

分析と対策

- | | |
|----------------|---------|
| ◎ 物 理 | 2 |
| 学校法人 河合塾 物理科講師 | 寺田正春 |
| ◎ 化 学 |15 |
| 学校法人 河合塾 化学科講師 | 高橋茂幸 |
| ◎ 生 物 |21 |
| 学校法人 河合塾 生物科講師 | 榊原隆人 |

林 啓林館

この冊子の内容は次のURLからもアクセスできます
<http://www.shinko-keirin.co.jp/kori/index.htm>

物 理

学校法人 河合塾 物理科講師 寺田 正春

1. センター試験 物理 I

(1) 総括

大問数は4題のままだったが、マーク数は2つ増加した。とっつきにくい設問はなかったが、思考力を要する設問が一部あった。解答群が工夫されていたこともあり、平均点は昨年とほぼ同じであった。例年、第4問に熱と気体の設問があったが、本年は出題されなかった。第1問は小問集合、第2問は生活と電気（電気と磁気）、第3問は波動（光と音）、第4問はエネルギー・運動（エネルギー保存、力と運動）という区分ができつつあるように思える。

(2) 全体の分析

第1問小問集合は知識だけ問われるとは限らない。

問4 図1のように、水平な床の上に質量 M の直方体の台があり、その上に質量 m の小物体がのっている。台を力 F で水平に引っ張ったところ台は動きだし、小物体は台上を滑りだした。このときの台の加速度 a はいくらか。正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、台と小物体の間に摩擦はなく、台と床の間の動摩擦係数を μ とする。また、重力加速度の大きさを g とする。 $a = \boxed{6}$

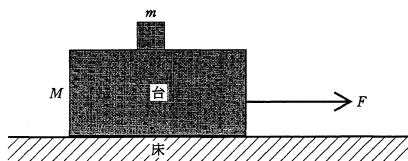


図 1

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| ① $\frac{F + \mu Mg}{M}$ | ② $\frac{F + \mu Mg}{M + m}$ |
| ③ $\frac{F - \mu Mg}{M}$ | ④ $\frac{F - \mu Mg}{M + m}$ |
| ⑤ $\frac{F + \mu(M + m)g}{M}$ | ⑥ $\frac{F + \mu(M + m)g}{M + m}$ |
| ⑦ $\frac{F - \mu(M + m)g}{M}$ | ⑧ $\frac{F - \mu(M + m)g}{M + m}$ |

問6 深い海の水面を伝わる波の速さ v は、波長 λ と重力加速度の大きさ g を使って、

$$v^2 = \frac{1}{2\pi} g^p \lambda^q$$

という関係式で与えられる。ここで、 π は円周率である。 p と q の数値の組合せとして正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、国際単位系 (SI) では速さの単位は m/s 、波長の単位は m 、重力加速度の単位は m/s^2 である。 $\boxed{8}$

- | | | |
|------------------|------------------|------------------|
| ① $p = 1, q = 1$ | ② $p = 1, q = 2$ | ③ $p = 2, q = 1$ |
| ④ $p = 1, q = 3$ | ⑤ $p = 2, q = 2$ | ⑥ $p = 3, q = 1$ |

出題例1

問4（出題例1）は題意を正確に把握して運動方程式を立てて解かなくては正解が得られない。問題の解答を覚えるだけの表面的な学習しかしていない受験生は必ず間違うであろう。与図だけで即答することは避けるように指導したい。問6（出題例1）の次元解析も一度自分でやった人にはやさしいであろうが、やったことがなければ戸惑うであろう。次元解析の手法を一度は生徒に見せる必要がある。もちろん問3のような、赤外線、電波、Na ランプ（可視光）の波長の比較など、知識問題も従来どおり出題された。ちなみに問3の正答率はきわめて低かった。第2問 A（出題例2）は抵抗の直列・並列接続の公式が基本であるが、公式だけでなく思考力と洞察力も必要とされる。

問1 図2のように、 12×1 マスの太線を描き加え、太線の端を導線で端子に接続する。この操作を繰り返して行い、1回ごとに合成抵抗を測定する。太線の数 M に対する合成抵抗の測定値を示した図として最も適当なものを、下の①～③のうちから一つ選べ。 $\boxed{1}$

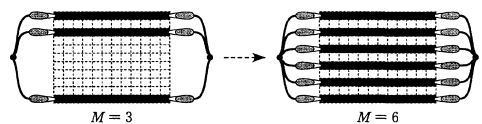
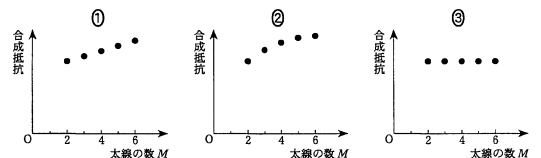
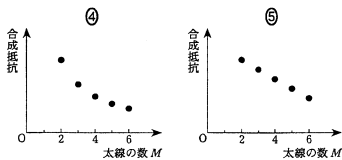


図 2





問2 図3のように、太線を6等分した位置に針金の両端を接続し、針金の数を増やしながら、そのつど合成抵抗を測定する。最初の針金は太線の左端から2マス離れた位置に置き、2マス間隔で順次針金を追加する。針金の数 N に対する合成抵抗の測定値を示した図として最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、針金の抵抗と太さは無視できるものとする。

2

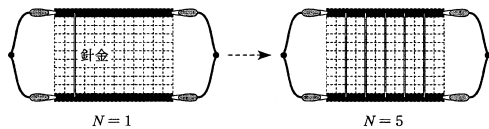
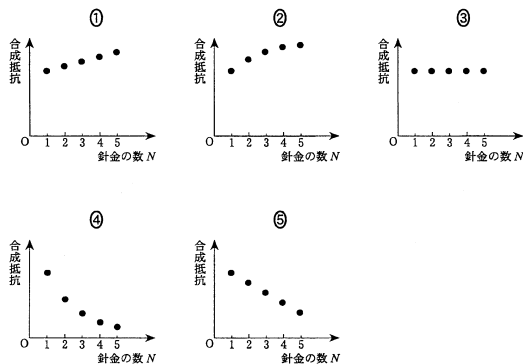


図 3



出題例2

問1, 2(出題例2)は思考力, 問3は洞察力が必要である。Bの問3～5は電流と磁気, 電磁誘導の定番問題といえる。第3問A(出題例3)はカメラの構造を理解していれば即答できる。カメラの交換レンズの実物を見せ、像のできかたや絞りの構造を示してやれば幾何光学の理解に大いに役立つであろう。

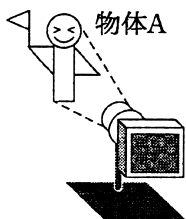


図 2

問3 レンズの下半分を黒い紙で覆った。このとき、スクリーン上の像はどのように変化したか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

3

- ① 像の下半分が見えなくなった。
- ② 像の上半分が見えなくなった。
- ③ 像全体が暗くなった。
- ④ 像全体が明るくなった。
- ⑤ 像が小さくなった。
- ⑥ 像が大きくなった。

出題例3

問2のような計算問題の正答率は非常に高い。Bのドップラー効果は計算しなくても正解が選べるようにセンター試験らしい工夫がされている。第4問A(バンジージャンプ)は問3(出題例4)の計算が難しくなるが、計算の煩雑さを回避した内容になっており、力学的エネルギー保存の法則の理解度をみるには適切な内容である。正答率は高かった。

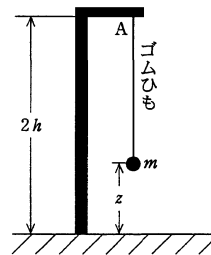


図 1

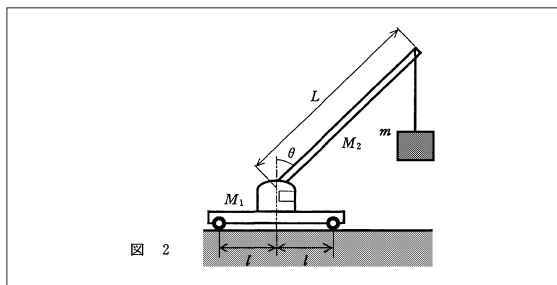
問3 小球が最下点に達したときの高さを z_0 とするとき、比例定数 k を表す数式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 $k =$

3

- ① $mg \frac{z_0}{(h - z_0)^2}$
- ② $2mg \frac{z_0}{(h - z_0)^2}$
- ③ $mg \frac{2h - z_0}{(h - z_0)^2}$
- ④ $2mg \frac{2h - z_0}{(h - z_0)^2}$
- ⑤ $mg \frac{1}{h - z_0}$
- ⑥ $2mg \frac{1}{h - z_0}$

出題例4

B(クレーンによる吊り上げ, 出題例5)は力のモーメントの格好の適用例である。確実に理解させておきたい。



出題例5

いずれもオーソドックスな計算問題の正答率は高く、定番的な問題に関してはかなりの確率でできると思われる。

(3) 学習対策

公式や法則を覚えるだけでなく、教科書を精読して公式や法則を説明する現象や事例を見ておくことが必要である。また、教科書に掲載されている実験、話題、やってみようなども見ておくように指導する必要がある。とくに、生活と電気分野の問題にその傾向が見られる。本年では第2問Bに類似した内容が教科書（簡易リアモーター）にある（啓林館「物理I改訂版」p.30）。探究活動や実験などを実施できる時間の余裕がない場合は、それらの内容や結果・考察などをプリント配布して理解させるといふ、半思考実験とでもいうべき手段が考えられる。なお、センター試験の文字計算、数値計算の難易は、せいぜい教科書の章末問題レベルなので、教科書の問、例題、章末問題を全部解いてみる必要がある。加えて、模擬試験はセンター試験の出題傾向を分析して、受験生の陥りやすい間違いをあぶりだせるように作成されているので、積極的に活用してほしい。

2. センター試験 理科総合A

(1) 総括

理科総合Aは、物理I、IIのように現象を定量化、数量化することが主眼ではなく、エネルギー保存や運動方程式など基本的な概念に基づいて、自然に対する総合的な見方や考え方を養うのが狙いである。大方の問題はこの趣旨に沿っているが、物理の性質

上、どうしても数式は出てくる。たとえば、第1問のアルミ缶のリサイクルに必要な消費電力の計算、第3問の白熱電球と電球型蛍光灯の経済効率のグラフによる比較、第5問のピラミッドを構築する際の階層と仕事の関係などである。それほど込み入った計算ではないので、このレベルができる程度の数式運用能力を身に付けさせるような指導をしたい。

(2) 学習対策

身の回りのいろいろな事柄が出題されるので、教科書を精読し、生活に必要な道具・装置と物理の関連を理解しておくことが必要である。また、計算問題は必ず出題されると考えてよい。問題自体は難しくはないが、公式にあてはめるだけという単純なレベルではなく、よく考えられている。題意を式を用いて的確に表すためにも、教科書以外に理科総合Aの問題集1冊を仕上げておけばよい。

3. 一般入試（二次・私大）

(1) 全体の分析

物理Iの内容が減少されたので、二次試験では、物理Iより物理IIの出題ウエイトが大きくなるのは否めない。出題範囲は必修分野では力学、電磁気は圧倒的で次に波動であった。選択分野に関しては昨年同様、物質と原子（熱力学）が主に出题され、原子と原子核を出題する大学は少数であった。

次の文を読んで、には適した式または数値を、{ }には図3から適切なものを選びその番号を、それぞれの解答欄に記入せよ。また、問1、問2では指示にしたがって、解答をそれぞれの解答欄に記入せよ。

電磁波の一種であるγ線の放射と測定について考察しよう。物質を構成する原子は電子と原子核からなり、原子核の内部のエネルギーが高い状態から低い状態に移るときに、原子核からγ線が放射される。以下では、電子の質量は原子核の質量と比較して非常に小さいため、無視できるものとする。

振動数 f の電磁波は、ある一定のエネルギーをもった粒子の集まりと考えることができ、その粒子を光子という。光子1個のエネルギーは hf 、運動量は電磁波の進む向きに $\frac{hf}{c}$ の大きさであることがわかっている。ここで、 h はプランク定数とよばれる定数であり、 c は光速である。

以下において、原子核の内部のエネルギー状態には、励起状態とよばれるエネルギーの高い状態と基底状態とよばれるエネルギーの最も低い状態の2つがあるものとする。励起状態のエネルギーを E_1 、基底状態のエネルギーを E_2 とし、そのエネルギー差を $\Delta E = E_1 - E_2$ とする。



図1

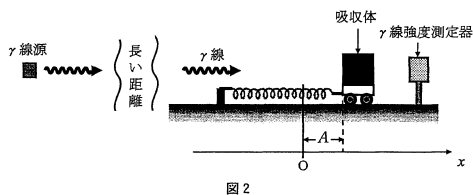
まず、質量 M の原子核 1 個による γ 線放射を考える。原子核が励起状態から基底状態に移るとき、 γ 線の光子が 1 個放射される。静止していた原子核は、図 1 のように γ 線放射の反作用により速さ v で動き出す。速さ v の原子核の運動エネルギーと運動量の大きさは、原子核が基底状態にあるか励起状態にあるかに関わりなく、それぞれ $\frac{1}{2} Mv^2$, Mv としてよい。また、原子核の全エネルギーは内部のエネルギー (E_0 または E_g) と原子核の運動エネルギーの和で与えられる。よって原子核から振動数 f_1 の γ 線が放射される場合、エネルギー保存則は ΔE を用いて **あ**、運動量保存則は **い** と書くことができる。ここで、 ΔE は Mc^2 に比べ充分に小さいことがわかっている。絶対値が 1 より充分小さい数 δ に対して成り立つ近似式 $\sqrt{1+\delta} \approx 1 + \frac{1}{2}\delta - \frac{1}{8}\delta^2$ を用いると、 f_1 は ΔE , M , c , h を用いて **う** となる。

次に、この原子核をもつ原子 N 個で構成されている静止した結晶からの γ 線光子 1 個の放射を考える。この結晶の質量は NM で与えられる。以下では、結晶は充分低温であるものとし、原子核が結晶中に固定され、 γ 線を放射する原子核はその反作用を受けても結晶中に固定されたままであるとする。この場合、 γ 線放射の反作用は結晶全体で受け止められ、結晶が速さ v_N で動き出すものとする。このときの放射 γ 線の振動数 f_N は ΔE , M , N , c , h を用いて **え** となる。また、構成する原子数が無限大とみなせる大きい結晶の場合、放射される γ 線の振動数は $f_\infty = \frac{\Delta E}{h}$ となる。

問 1 原子 N 個で構成されている静止した結晶からの γ 線光子 1 個の放射について、エネルギー保存則と運動量保存則を記述せよ。さらに N が無限大とみなせるるとき、エネルギー保存則において結晶の運動エネルギーの項がその他の項に比べ無視でき、その結果、放射 γ 線の振動数が f_∞ となることを説明せよ。

同様の考察により、同じ種類の原子で構成されている静止した大きい結晶に γ 線を当てると、この結晶は振動数 f_∞ の γ 線のみをよく吸収することがわかっている。このような結晶をここでは吸収体とよぶ。

次に、図 2 のような実験装置を用いた γ 線の測定を考えよう。
 γ 線源は同じ種類の N 個の原子で構成された結晶多数からなり、振動数 f_N の γ 線を一定の強度(単位時間当たりに放射される γ 線の光子数)で放射するものとする。吸収体を乗せた台車を水平な床の上におき、図 2 のように左端を床に固定したばねにつなぐ。 γ 線源は台車から充分に遠方に置かれ、 γ 線は吸収体付近で図 2 の x 軸に平行に進むものとする。吸収体の表面は x 軸に垂直である。吸収体は、振動数 f_∞ 以外の振動数の γ 線を透過させるが、振動数 f_∞ の γ 線を完全に吸収するものとする。吸収体の後方の床上に γ 線強度測定器を設置する。吸収体からの γ 線放射は無視できるものとする。



ばねを自然の長さのときの位置 O から A だけ伸ばして、時刻 $t = 0$ に静かに放す。台車は x 軸に平行に角振動数 ω で単振動をする。以下では、吸収体の運動により、吸収体中で観測される γ 線の振動数 f_d は音波のドップラー効果と同じ変化をするものとする。なお、吸収体の屈折率による γ 線の速度の変化は無視できるものとする。この場合、 γ 線の波長を λ とすると、吸収体が速さ V で運動しているときは、静止しているときに比べ、単位時間当たりに吸収体に到達する波の数が $\frac{V}{\lambda}$ だけ変化する。よって、時刻 t において $\frac{f_d}{f_N} = \frac{c + V \cos \theta}{c}$ の関係がある。(**お**) は λ , V を用いずに表せ。

台車が動き始めてから時刻 t_1 で突然、測定器で測定される γ 線強度が変化した。 f_d が f_∞ に一致したからである。絶対値が 1 より充分小さい数 δ に対して成り立つ近似式 $\frac{1}{1-\delta} \approx 1 + \delta$ を用いると、 ωt_1 の満たす条件は $\sin \omega t_1 =$ **か** である。(**か**) は f_∞ , f_N , f_d を用いずに表せ。

ここで、 $Mc^2 = 1 \times 10^{-8} \text{ J}$, $\Delta E = 2 \times 10^{-14} \text{ J}$ の原子核の γ 線放射において、 $N = 10^4$, $A = 0.1 \text{ m}$ のときに $\omega t_1 = \frac{\pi}{6} \text{ rad}$ で測定される γ 線強度が変化したとす

る。なお、 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ とする。このときの ω を有効数字 1 けたで求めると **き** rad/s である。また、台車が一周単振動するとき、測定される γ 線強度と ωt の関係は図 3 の { **く** } のように予想される。

問 2 図 3 で { **く** } を選択した理由を記述せよ。

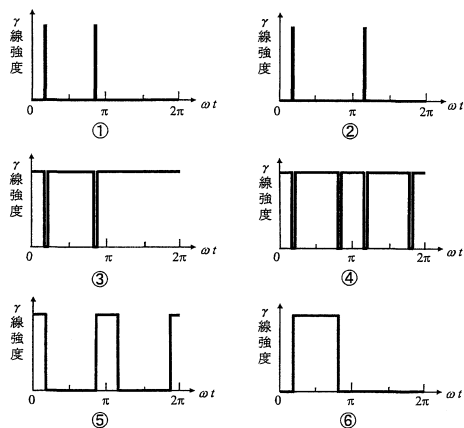


図 3

京都大 (Ⅲ)

京都大では選択分野の出題に際して、『受験生の不利にならないよう配慮する』と入試要項にあったが、光子のエネルギーや運動量、原子核のエネルギー準位の式が与えられていても、それらを原子核と光子の現象にすぐに適用などできないであろうから、今後は事前の周知な準備が必要になる。

いくつかの大学で大問数が増加した。たとえば、東京工業大 (3問→4問)、名古屋大、広島大 (2問→3問) などである。問題数が増加したことによる受験生への負担 (試験時間は変わらない) を軽減するためと思われるが、広島大は空欄補充形式とし、センター試験レベル (物理 I) のやさしい内容であった。

問 1 次の文章中の空欄 **ア** ~ **オ** に入る適切な数式や語句を、解答欄に記入せよ。

気体に外部から熱量 ΔQ 、仕事 ΔW を加えると、内部エネルギーの増加量は、

$$\Delta U = \text{ア}$$

になる。

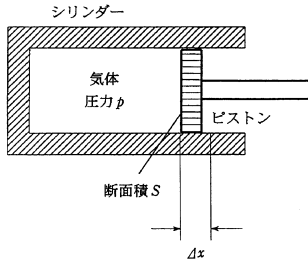
いま、気体を断面積 S のシリンダーに入れ、滑らかに動くピストンでふたをした。気体に熱量 ΔQ を加え、同時にピストンを支える力をわずかに変化させたところ、ピストンが静かに Δx だけ外向きに移動した。 Δx は小さく、この過程で気体の圧力 p は一定とみなせるものとする。このとき、気体がピストンにおよぼす力の大きさは $F =$ **イ** と表されるので、気体がされる仕事 ΔW は、

$$\Delta W = -F \text{ [カ] } = - \text{ [エ] }$$

となる。体積は $\Delta V = S\Delta x$ だけ増加しているため、内部エネルギーの増加量 ΔU は気体に加えた熱量 ΔQ 、体積の増加量 ΔV 、圧力 p を用いて、

$$\Delta U = \text{ [オ] }$$

と表される。



問 2 次の文章中の空欄 [カ] ~ [コ] に入る適切な数式や語句を、解答欄に記入せよ。

コンパクトディスクの記録面が見る方向により様々な色に見えるのは、記録面に規則正しく刻まれた溝を、反射型の [カ] 格子とみなすことができるためである。

この記録面に対してレーザー光を垂直に照射すると、レーザー光に対して角度 θ の方向に 1 次の [カ] 光が観測された。このとき、[カ] 格子の格子定数 (溝の間隔) を d 、空気中でのレーザー光の波長を λ とすると、

$$d = \text{ [キ] }$$

の関係が成立する。ところが、実際のコンパクトディスクの記録面には空気に対する屈折率が $n(n > 1)$ の透明な保護膜が均一に塗られている。保護膜中で記録面に垂直な方向に対して θ_1 の方向に進む光が、空気中で θ の方向に進むとすると、屈折の法則により、

$$\sin \theta_1 = \text{ [ク] }$$

が成り立つ。また、保護膜中でのレーザー光の波長は、

$$\lambda_1 = \text{ [ケ] }$$

である。保護膜の厚さはレーザー光の波長に比べて十分に大きいので、格子定数を保護膜中で求めると、 θ_1 と λ_1 を用いて

$$d = \text{ [コ] }$$

となり、これを θ と λ で表すと、先に求めた関係式 $d = \text{ [キ] }$ に一致する。このように、保護膜の存在を考えなくても結果が同じになるのは、物理の面白いところである。

広島大 [II]

力学・電磁気の問題は主に従来の入試レベルと同等に、他分野を平易なレベルにして、できるだけ高校物理の多くの分野の学力を測るという試みは注目してもよい。力学、電磁気に関しては難易は従来とほとんど差異はないが、解答の形式では記述・論述式の増加が目立った。神戸大、広島大の記述・論述式は例年どおりといえるが、とくに、神戸大は『解答に必要な物理量は各自で定義する』と徹底している。他大学も大同小異である。

I なめらかな水平面上を等速度運動している小球 A が、静止している小球 B に正面衝突した。衝突後、小球 A と B は同一直線上を運動した。衝突の際のはねかえり係数 (反発係数) の値が衝突後の小球 A と B の運動にどのように影響するかを考える。問 1 ~ 4 に答えなさい。なお、摩擦、空気抵抗および小球の回転などは無視できるものとする。問題の解答に必要な物理量を表す記号は全て各自が定義し、解答欄に明示しなさい。また、導出の過程も明示しなさい。(配点 25 点)

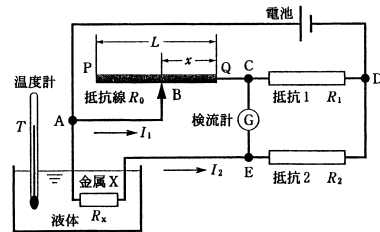
問 1 衝突後の小球 A、B の速度を、衝突前の小球 A の速度を用いて答えなさい。

問 2 はねかえり係数が 0 から 1 の範囲の値であるとき、小球 A の衝突後の速度が取り得る範囲を不等式で示しなさい。また、小球 A が衝突後に静止するための条件を求めなさい。

問 3 はねかえり係数が 1 の場合、衝突の前後で運動エネルギーが保存されることを示しなさい。

問 4 はねかえり係数が 0 の場合、衝突後の運動がどのようになるか、説明しなさい。また、この場合、衝突の前後で運動エネルギーは保存されない。失われた運動エネルギーはどうなるのか、説明しなさい。

神戸大 [I]



問 2 金属 X の温度を一定に保ったまま、接点 B をつり合いの位置から P の方向にずらしたとき、検流計に流れる電流の向きは次の①~②のうちどれか。番号で答えよ。さらに、なぜその向きに電流が流れるのか、理由を 50 字以内で記せ。

- ① C → E の向き
- ② E → C の向き

滋賀県立大 [III]

採点時に部分点を考慮するなどの手間はかかると思われるが、解答の記述・論述化は全国的な流れとなった。

(2) 力学分野の特徴

力のモーメントに関しては、なめらかな壁に立てかけた棒という教科書的なテーマが中位の国公立大・私大で多く見受けられた。

1 図 1 のように、粗い水平床面上に垂直でなめらかな壁がある。いま、十分に細い一様な剛体棒を水平床面上に 45° の角度になるように壁に立てかけたところ静止した。棒にかかる力は、棒の質量を m (kg)、重力加速度の大きさを g (m/s²) とすると、重力 mg (N)、壁から受ける垂直抗力 T (N)、床面から受ける垂直抗力

N (N)、床面の摩擦力 F (N)である。図1のように床面に平行に x 軸、垂直に y 軸をとると、棒に対する x 軸方向の力のつりあいを示す関係式は **ア** となる。また y 軸方向の力のつりあいを示す関係式は **イ** となる。次に、床面と棒との接点を A とする。A のまわりの力のモーメントはつりあっているの、壁から受ける垂直抗力 T (N)の大きさは、 m 、 g を使い表すと **ウ** (N)となる。したがって、棒が床面から受ける摩擦力 F (N)の大きさは m 、 g を使って表すと **エ** (N)となる。

問1 上の文章中の **ア** ~ **エ** に適切な式を入れなさい。

問2 解答用紙に示した棒にかかる重力を表す力のベクトルにならって、問題文中の下線部の3つの力のベクトルを、解答用紙の図に描きなさい。

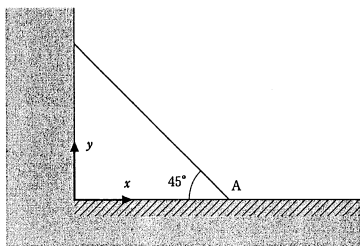


図1

三重大 1

中位の国公立大・私大などを受験する生徒に対して、このレベルをミスなく解答できることが必須条件であろう。

運動に関しては2次元の加速度運動が目立った。

(II) 以下の問の答を解答用紙の該当欄に記入せよ。

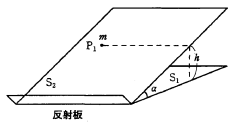


図1

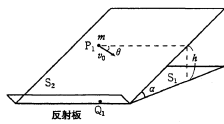


図2

図1のように、水平面 S_2 と角度 α をなすなめらかな斜面 S_1 上に質量 m の小球が運動する場合を考えよう。斜面 S_2 と水平面 S_1 の交線の位置に反射板が固定されているとする。重力加速度の大きさを g とし、小球の受ける空気抵抗や斜面との間のまさは無視できるものとする。
最初に、斜面 S_2 上で水平面 S_1 から高さ h の点 P_1 で、小球を置き静かに手をはなした。

問1 小球の受ける垂直抗力の大きさを求めよ。

問2 点 P_1 で小球を置き静かに手をはなしてから小球が反射板に到達するまでの時間を求めよ。

次に、図2のように、小球に点 P_1 で初速度を与えた場合の斜面 S_1 上の運動を考えよう。初速度の大きさは v_0 、その方向は斜面 S_2 上で反射板に平行な直線と角度 θ を持つ斜め下方とする。小球は点 Q_1 において反射板で反射され、反射後も小球は斜面 S_2 上を運動し続けるものとする。

問3 小球が点 Q_1 で反射板に衝突する直前の速度の大きさを求めよ。

問4 点 Q_1 で小球が反射されると、失われる小球の力学的エネルギーをこの衝突の反発係数 e と m 、 v_0 、 θ 、 g 、 h を用いて表せ。

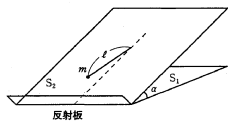


図3

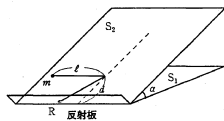


図4

問5 図3のように、小球を長さ l の軽くて伸縮しない糸につけて、糸の端を斜面上に固定する。糸がたるまない状態で、小球を斜面上で振動させる。振動の振れ幅が小さいとき小球は単振動する。その周期を求めよ。

問6 糸を固定する位置を変えて、反射板からの距離が d ($d < l$) とすると、図4のように小球は運動の途中で反射板に点 R で衝突するようになる。今、伸ばない糸が反射板と平行となるようにして、糸につけられた小球を静かにはなす。点 R で反射板に衝突する直前における小球の速度の大きさと糸の張力の大きさを求めよ。

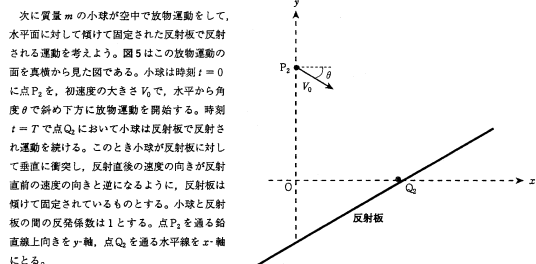


図5

問7 この運動において、小球が反射板で反射するより前のある時刻 $t = s$ ($0 < s < T$) における速度の y 成分を V_{0y} 、反射後に時間が $T - s$ 経過した時刻 $t = T + (T - s) = 2T - s$ における速度の y 成分を V_{0y} とする。 V_{0y} と V_{0y} それぞれを V_0 、 θ 、 g 、 s を用いて表し、 V_{0y} と V_{0y} がどのような関係にあるかを式で表せ。

問8 同様に、反射前のある時刻 $t = s$ ($0 < s < T$) における位置座標の x 成分を X_0 、反射後に時間が $T - s$ 経過した時刻 $t = 2T - s$ における位置座標の x 成分を X_0 とする。 X_0 と X_0 それぞれを V_0 、 θ 、 s を用いて表し、 X_0 と X_0 がどのような関係にあるかを式で表せ。

問9 さらに、時刻 $t = 2T - s$ における位置の y 成分を Y_0 とする。反射板で反射後の小球の軌道の式、すなわち X_0 と Y_0 の間の関係式を求めたい。点 P_2 の (x 座標、 y 座標) を $(0, H)$ ($H > 0$) とし、 Y_0 を X_0 、 H 、 V_0 、 θ 、 g を用いて表せ。

早稲田大 先進理工 (II)

上位の大学を目指す受験生は斜面上の放物運動、円運動を克服しておく必要がある。無限回衝突に要する時間を無限級数として扱う問題も、上位指向の受験生には教えておきたい。

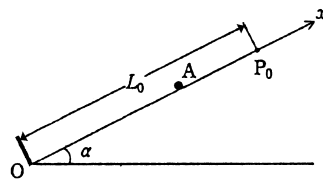


図1

5) 最初の衝突後、物体 A は斜面を上って点 P_1 に到達し、再び下って壁と2回目の衝突をした。原点 O から P_1 まで動くのに要した時間 t_1 を t_0 を用いて表せ。また、1回目の衝突と2回目の衝突の間に要した時間 T_1 を t_0 を用いて表せ。

6) n 回目の衝突と $(n + 1)$ 回目の衝突の間に要した時間を T_n とする。

$$T = t_0 + T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_n + \dots$$

を t_0 を用いて表せ。必要があれば、

$$1 + r + r^2 + r^3 + \dots + r^n + \dots = \frac{1}{1 - r} \quad (|r| < 1 \text{ のとき})$$

を用いよ。

大阪工業大 (I)

例年以上に本年は万有引力による運動の問題が多く見られた。

図2のように、半径 r [m] の円軌道上を、質量 $2m$ [kg] の衛星が一定の速さ v_0 [m/s] でまわっている。天体の質量を M [kg]、万有引力定数を G [$\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$] とする。

- (1) v_0 の大きさを r, G, M を用いて求めよ。
- (2) 衛星の周期を r, G, M を用いて求めよ。

図2のように、衛星を質量が等しい2つの衛星 a と衛星 b に瞬間的に分離させた。分離の前後で衛星の運動方向に変化はなく、衛星 a は加速し衛星 b は減速したとする。分離直後の衛星 a と衛星 b の相対速度の大きさを v [m/s] とする。

- (3) 分離直後の衛星 a と衛星 b の速さ v_a [m/s] と v_b [m/s] を運動量保存則より、 v と v_0 を用いて求めよ。
- (4) 分離にはエネルギーが必要である。必要なエネルギーを m と v を用いて求めよ。
- (5) 分離直後の相対速度が大きすぎると衛星 a は無限遠に飛び去ってしまう。衛星 a が無限遠に飛び出す最小の相対速度の大きさを v だけを用いて求めよ。
- (6) 衛星 a と衛星 b の相対速度の大きさが問(5)の条件より小さいとき、衛星 a の軌道は遠星点が R [m] の楕円軌道となる。ケプラーの第二法則より遠星点での速さを R, r, v_a を用いて求めよ。

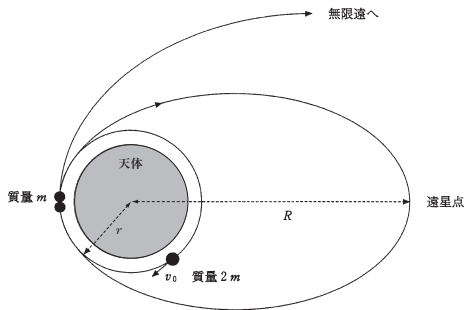


図2

金沢大 [II]

- (1) 星2と星3について、それぞれ遠心力と万有引力のつりあいの式を $G, M_2, M_3, L, \ell_2, \omega$ を用いて表せ。
- (2) 距離 ℓ_2 を M_2, M_3, L を用いて表し、角速度 ω を G, M_2, M_3, L を用いて表せ。

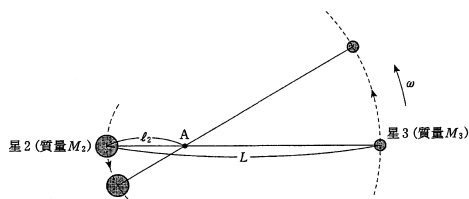


図2

- (3) 探査機に働く遠心力 F_ω を m, ω, x を用いて表し、探査機に働く万有引力の合力 F_G を $G, m, M_2, M_3, L, \ell_2, x$ を用いて表せ。力の符号は点Aから星3への向きを正とする。

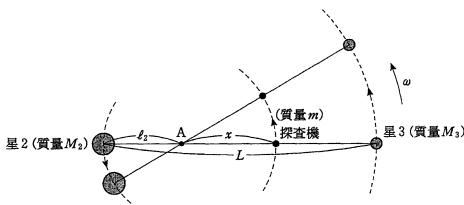


図3

名古屋大 [I-2]

面積速度一定の法則と力学的エネルギー保存の法則に基づく計算処理の仕方など一通り学習しておくことは必要であろう。

力学に関しては東北大 [1] の問題が、総合的であるが、総合的な学力を判定するのに適当な例と思われる。この問題を25分でクリアすることを目標に指導したい。

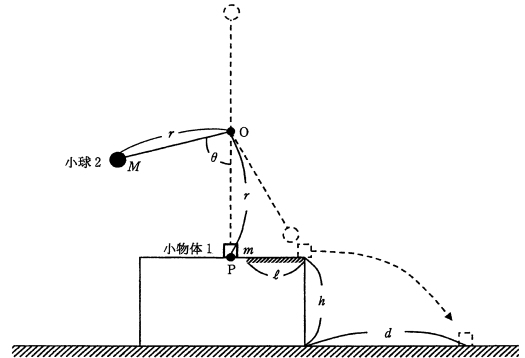


図1

問(1) まず、小球2を初速度0で放した場合について考える。ただし、速度は水平向きを正とする。

- (a) 小物体1に衝突する直前の小球2の速度 v_2 を、 m, M, g, r, θ の中から必要なものを用いて表せ。
- (b) 衝突直後、小物体1と小球2は水平方向に速度 v_1', v_2' で運動をはじめた。はねかえり係数を e とし、 v_1', v_2' を、 e, m, M, g, r, θ の中から必要なものを用いて表せ。
- (c) 小物体1が台の右端から飛び出すために必要な v_1' に対する条件式を、 m, v_1', μ', g, ℓ の中から必要なものを用いて表せ。
- (d) 問(1)(c)が成立するとしたとき、台の右端から小物体1の最初の落下点までの距離 d を、 $h, r, \ell, m, M, g, e, \theta, \mu'$ の中から必要なものを用いて表せ。
- (e) 小球2は衝突後に単振り子運動をした。ここで、 $\theta = 60^\circ, M = 3m, e = 1$ としたとき、小球2の最高点における復元力(単振り子運動の接線方向の力)の大きさ F を、 M と g を用いて表せ。

問(2) 次に、小物体1と小球2を図1の元の位置に戻し、小球2を接線右下方に初速度 v_0 で放した場合について考える。

- (a) 小物体1に衝突する直前の糸の張力 T を、 M, g, r, v_0, θ の中から必要なものを用いて表せ。
- (b) 小球2が点Oのまわりを糸のたるみなく回転するためには、衝突直後の小球2の速度 v_2' がある条件を満たす必要がある。この条件式を、 v_2', M, g, r, θ の中から必要なものを用いて表せ。

東北大 [1]

(3) 電磁気分野の特徴

単純な電界(電場)のみの問題は少なくなり、力学と電気の融合問題が増加した。

[I] 図1のように、電荷 Q を帯びた質量 m の小さな物体 A が水平面からの角度 θ の斜面上にあり、電荷 Q を帯びた小さな物体 B が斜面の下に固定されている。物体 B の位置を原点 O とし、斜面上方に向かって x 軸をとる。物体 A は x 軸上を滑らかに動くことができる。物体 A と物体 B の間に働くクーロン力の比例定数を k とし、重力加速度の大きさを g とする。また、運動する電荷からの電磁波の放射と空気抵抗は無視できるものとする。以下の問いに答えよ。

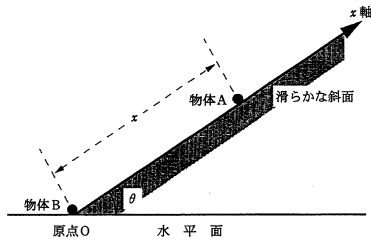


図1

問1 物体 A の座標を x 、加速度を a とするとき、物体 A の運動方程式を記せ。

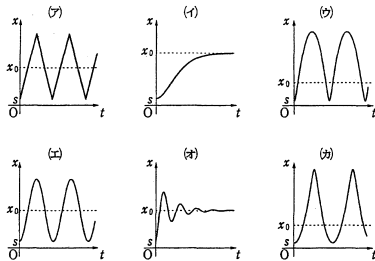
問2 物体 A が静止することのできる座標 x_0 を、 k, Q, m, g, θ を用いて表せ。

次に、物体 A を座標 s ($s < x_0$) の位置に置いて、静かに放した。その後の物体 A の運動を考える。

問3 座標 s で物体 A のもつ力学的エネルギー E を、 s, k, Q, m, g, θ を用いて表せ。ただし、重力による位置エネルギーの基準は原点 O の高さとし、物体 B による電位の基準は無窮遠方とする。

問4 物体 A が原点 O から最も離れたときの座標 L を、 E, k, Q, m, g, θ を用いて表せ。その導き方も記せ。

問5 s が x_0 に比べて非常に小さいとき、物体 A の座標 x と時刻 t の関係を表すグラフとして、最もふさわしいものを次の解答群の中から選び記号で答えよ。



問5の解答群

広島大 [I]

2

真空中で、鉛直上向きに直交座標系の z 軸をとる。 x 軸の正の向きに強さ E (N/C) の一様な電界がかけられている。この電界中において、質量が m (kg) で正の電荷 q (C) をもつ荷電粒子を考える。重力加速度の大きさを g (m/s²) とし、以下の問いに答えよ。(配点 25%)

問1 図1のように、 x 軸と y 軸上の原点 O から d (m) の距離にある点を、それぞれ P, Q とする。原点 O の電位を 0 V とし、点 P と点 Q の電位をそれぞれ求めよ。

問2 図1に示された円弧 PQ 上にある点を R とする。 OR が x 軸となす角は θ (rad) である。直線 OR に沿って荷電粒子を点 O から点 R まで移動したとき、静電気がした仕事を求めよ。

問3 荷電粒子を、図1のように円周に沿って点 R から点 P まで移動した。このとき、静電気がした仕事を求めよ。

問4 z 軸上の高さ h (m) の点 A から、荷電粒子を静かに離れた。図2のように、粒子は静電気力と重力を受けて xz 平面内を直線運動し、 x 軸上の点 B を通過した。

- (1) 粒子を離してから点 B に達するまでに要する時間を求めよ。
- (2) OB 間の距離はいくらか。
- (3) 粒子が点 B を通過したときの運動エネルギーを求めよ。

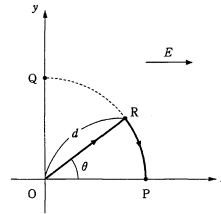


図1 xy 平面

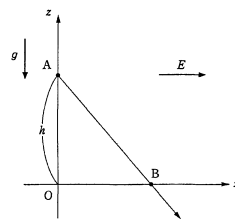


図2 xz 平面

静岡大 [2]

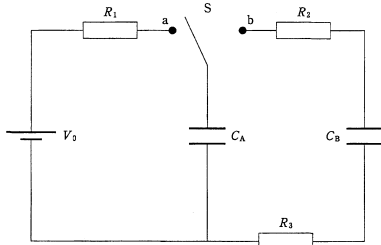
荷電粒子にはたらく電気力をテーマにしているが、内容はほとんど力学である。電磁気分野の電気を力学と関連付けて大問1題にする狙いがあると思われる。重力、弾性力、電気力の保存力としての扱い方の普遍性を強調しておきたい。また、キルヒホッフの法則を適用する単純な電気回路の問題はほとんど見受けられなかった。コンデンサー回路は例年とほぼ同じ難易度で出題されたが、2個のコンデンサーの繰り返し充電の最終電圧を数列の極限值として考える問題も紹介しておきたい。

[II] 図に示すように、起電力 V_0 の電池、電気容量 C_A, C_B のコンデンサー、抵抗値 R_1, R_2, R_3 の抵抗、および切り換えスイッチ S からなる電気回路がある。この回路の各コンデンサーは、はじめに電荷を持っていなかったものとして、以下の問いに答えよ。

- (1) スイッチ S を a に接続した状態で充分時間が経過した。コンデンサー C_A に蓄えられた電気量 Q_0 と静電エネルギー U_0 を求めよ。
- (2) 次にスイッチ S を a から b に切り換えた。切り換えた瞬間に、抵抗 R_1, R_3 に流れ始める電流 I_1, I_3 を求めよ。
- (3) スイッチ S を b に切り換えてから充分時間が経過した後、コンデンサー C_B の極板間にかかっている電圧 V_B と蓄えられている電気量 Q_B を求めよ。
- (4) スイッチ S を b に切り換えてから充分時間が経過するまでに失われた静電エネルギー ΔU を求めよ。
- (5) 失われた静電エネルギー ΔU はすべて抵抗で消費されたとする。抵抗 R_2 で消費された電気エネルギー W を求めよ。

上記の操作を1回とし、以下、 $V(1) = V_B$ 、 $Q_d(1) = Q_0$ とおく。スイッチSを再びaに接続した後bに接続する。この操作を2回目とする。ただし、スイッチの切り換えは充分な時間が経過した後に行うものとする。

- (6) 2回目の操作から充分時間が経過した後、コンデンサー C_B の極板間にかかっている電圧 $V(2)$ と蓄えられている電気量 $Q_d(2)$ を求めよ。
- (7) この操作を n 回繰り返した後、コンデンサー C_B の極板間にかかっている電圧を $V(n)$ とする。 $V(n-1)$ と $V(n)$ の関係を求めよ。また、 $V(n)$ を C_A 、 C_B 、 n 、 V_0 で表せ。さらに、操作を繰り返して行くと、電圧 $V(n)$ はどのような値に近づくか答えよ。



横浜市立大 (II)

ローレンツ力に関して、ホール効果が例年より目立ったことがあげられる。キャリアの正負とホール電圧の向きとの関係はしっかり理解させておきたい。

電磁誘導に関しては例年どおり2本のレール上を運動する導線というタイプが多かったが、磁束密度がレール面に対して垂直でないのが目立った。このことにも関連するが地磁気を扱う問題も増加した。

- (1) 金属棒が ab, de の区間内にあり、一定の速さ v で動いているときに金属棒の両端に発生する起電力は (キ) [V] (u, B, L) である。ただし、金属棒に発生する起電力は図の矢印の方向を正の値とする。
- (2) 金属棒が ab, de の区間内にあり、金属棒を一定の速さ v で動かすときの、進行方向に加えている力は (ク) [N] (u, B, L) である。
- (3) 金属棒が bc, ef の区間内にあり、金属棒が一定の速さ v で動いているときの c を基準とした f の電圧は (ケ) [V] (u, B, L) である。
- (4) 磁束密度 B の大きさが 3.1×10^{-5} [T]、 L の長さが 100.0 [mm]、 v が 1.4142×10^4 [m/s]、 R が 10.0 [Ω] のとき、ケの値は (コ) [V] である。

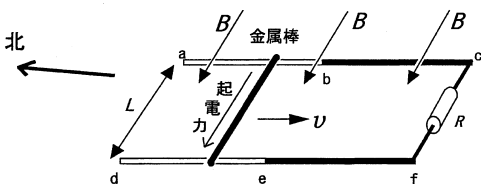
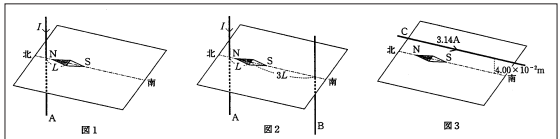


図 2

岡山大 第2問



- (1) 図1のように、導線 A に I [A] の電流を鉛直下方向に流した。導線 A によってできる磁場は導線 A のまわりに同心円状にできている。磁針の動きと電流によってできる磁場の向きについて、正しい記述を選びなさい。
- (2) 導線 A の電流が磁針のところに作る磁場の強さを求めなさい。
- (3) 地磁気の水平成分の方向と磁針の N 極方向との間の角を θ とするとき $\tan \theta$ を求めなさい。
- (4) 次に図2のように導線 B を磁針の南側 $3L$ [m] の点を通るように鉛直に張り、A によって張られた磁針を南北方向に戻すために導線 B にも電流を流す。導線 B に流す電流の方向と大きさについて、正しい記述を選びなさい。
- (5) 図3のように、導線 A、B をとり除いて導線 C を南北水平方向に磁針の 4.00×10^{-2} m 真上に張りなおし、3.14 A の電流を南向きに流したところ、磁針の N 極が東へ角度 ϕ ($\tan \phi = 0.500$) だけ振れて静止した。地磁気の水平成分 H_0 を求めなさい。

東海大 理工 (1)

地磁気、電磁誘導に関しては物理 I でも学習しているので、磁気分野は物理 I の内容と関連付けながら指導する必要がある。2本レール以外では、磁場中を回転する導体棒の電磁誘導も多かった。

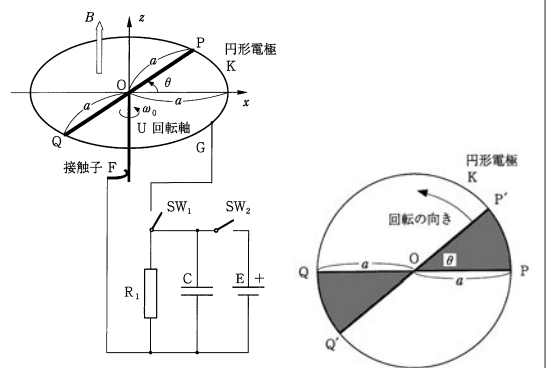


図 1

図 2

問 1. 導体棒の OP の部分が Δt [s] 間に磁束を横切る面積 (扇形面積 OPP') ΔS [m²] はいくらから a 、 Δt と ω_0 を用いて表せ。

解答群

- (ア) $\frac{a^2 \omega_0 \Delta t}{2}$ (イ) $a^2 \omega_0 \Delta t$ (ウ) $2a^2 \omega_0 \Delta t$ (エ) $\frac{a^2 \omega_0^2 \Delta t}{2}$ (オ) $a^2 \omega_0^2 \Delta t$

問 2. 導体棒の OP の部分が Δt [s] 間に横切る磁束 $\Delta \phi$ [Wb] はいくらから a 、 B 、 Δt と ω_0 を用いて表せ。

解答群

- (ア) $\frac{a^2 \omega_0 \Delta t}{2B}$ (イ) $\frac{a^2 \omega_0^2 \Delta t}{B}$ (ウ) $\frac{2a^2 \omega_0^2 \Delta t}{B}$ (エ) $\frac{a^2 B \omega_0 \Delta t}{2}$ (オ) $a^2 B \omega_0 \Delta t$

問 3. (1) 導体棒の OP 間に生じる誘導起電力の大きさ V_F [V] はいくらから B 、 a と ω_0 を用いて表せ。

(2) 導体棒の OQ の部分について、O 側と Q 側ではどちら側の電位が高いか。

(3) 導体棒の OQ 間に生じる誘導起電力の大きさ V_Q [V] と問 3(1) の OP 間に生じる誘導起電力の大きさ V_F との大小関係を示せ。

解答群

- 問 3(1) (ア) $\frac{\pi B a^2 \omega_0}{4}$ (イ) $\frac{\pi B a^2 \omega_0}{2}$ (ウ) $\pi B a^2 \omega_0$

- (エ) $\frac{B a^2 \omega_0}{2}$ (オ) $B a^2 \omega_0$

問 3(2) (ア) O 側が高い。 (イ) Q 側が高い。 (ウ) O 側と Q 側は同じ電位である。

問 3(3) (ア) $V_Q < V_F$ (イ) $V_Q = V_F$ (ウ) $V_Q > V_F$

摂南大 (II)

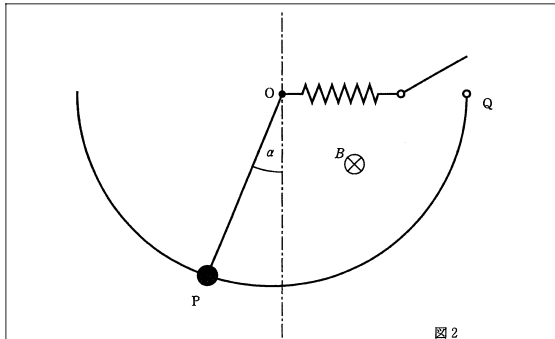
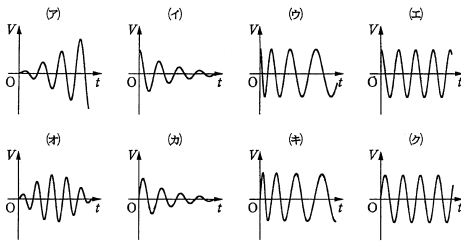


図2

- 問2 図2における回路OPQを貫く磁束 Φ の短い時間 Δt での変化量 $\Delta\Phi$ の大きさを、金属球の速さ v を用いて表せ。その導き方も記せ。
- 問3 磁束の変化による誘導起電力 V の大きさの最大値 V_{\max} を求めよ。その導き方も記せ。
- 問4 スイッチを閉じてからの時間を t とし、ヒーターの両端の電位差を V とする。このとき、 V と t の関係を表すグラフとして最もふさわしいものを次の解答群から選び記号で答えよ。



問4の解答群

広島大 〔Ⅲ〕

自己・相互インダクタンスの計算は教科書に書かれていることもあり、それらの導出問題は増加した。同軸コイルのインダクタンスは自力で導出できるように指導したい。交流ではLC共振回路の出題が飛躍的に増加した。

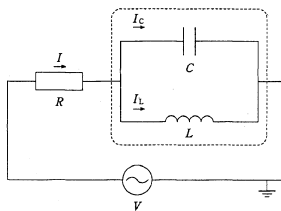
2.

自己インダクタンス L のコイル、電気容量 C のコンデンサー、電気抵抗 R の抵抗、出力電圧 $V = V_0 \sin(2\pi f_0 t)$ の交流電源を図のように接続した。 V_0 は V の最大値、 f_0 は点線部分の回路の固有振動数、 t は時刻である。

図のように、抵抗を流れる電流の瞬時値を I 、コンデンサーに流れる電流の瞬時値を I_C 、コイルを流れる電流の瞬時値を I_L とする。(交流において、時間と共に変化する電流や電圧の値を瞬時値または瞬間値という。)電流の矢印は正の向きを示す。また、 I_C の最大値を I_{0C} 、 I_L の最大値を I_{0L} とする。

コイルと電源の内部抵抗、および配線の電気抵抗は無視できるとして、次の各問に答えよ。

問1~4の答えは、式あるいは数値などで表せ。式はできるだけ簡潔な形にし、答えのみを解答欄に記せ。



- 問1 I はいくらか。
- 問2 I_C はいくらか。 f_0 を用いて答えよ。
- 問3 I_L はいくらか。 f_0 を用いて答えよ。
- 問4 V_0 と I_{0L} の関係を、 f_0 を用いなしで答えよ。
- 問5 I_{0C} と I_{0L} の関係を式で答え、その関係式より f_0 を導け。
導出過程と答えを解答欄に記せ。その際、考え方が分かるように簡潔に記述せよ。

東京慈恵会医科大 〔2〕

(4) 波動分野の特徴

正弦波の式の導出や正弦波の式を用いた問題はほとんどなかったが、ある時刻における波のグラフをもとにして、進行波や定常波を描かせる問題は例年同様に多かった。

〔Ⅲ〕 次の文中の空欄(ア)~(ウ)にあてはまる式を解答用紙(二)の該当する欄に記入せよ。空欄(a)~(c)にあてはまる語句を解答群から選び、その番号を解答用紙(二)の該当する欄に記入せよ。また、解答用紙(二)の解答図(A)に適切なグラフの概形を描け。

図1のように、深さが一定の細長い水槽に、波源 S_1 と S_2 を設置する。 S_1 と S_2 がつくる波は平面波で、ともに振幅 a [m]と振動数 f_0 [Hz]で一定である。また、波の速さは振動数によらず一定で v [m/s]である。このとき、波の波長は、 \square (ア)[m]と表される。この波長と比べて、 S_1 と S_2 の間の距離は十分長く、水槽の壁や波源に当たって反射する波の影響は無視できるとする。2つの波源の中央付近でこれらの波が重なり合うと

\square (a)を生じ、その節から節までの間隔は、 \square (イ)[m]である。波源 S_1 と S_2 の中央を原点として S_1 から S_2 の向きに x 軸をとり、ある時刻における各波源から生じる波の原点付近での変位を図2に描いてある。実際に観測される波は、これらの波の合成波である。図3に、図2から1周期の \square (b)だけ時間が経過したときの2つの波の変位を示す。図3のときの合成波の変位のグラフの概形を解答図(A)に描け。ただし、解答図(A)の x 座標の1目盛りの大きさは図3と同じとする。

次に波源 S_2 の振動数を変えて、波源 S_1 の振動数 f_0 より少し小さい $f = 0.8f_0$ [Hz]にした。この場合、ある時刻における原点付近での合成波の変位は、間隔が \square (ウ)[m]ごとと同じ形状の繰り返しになっている。ある時刻の原点付近での2つの波の変位を図4に描いてある。この瞬間では、原点における2つの波の変位はともに0であり、合成波の変位も0であった。この合成波の変位が0となる位置は、図4から少し後の時刻における2つの波の変位を描いて考えると分かりやすいが、時間が経過すると共に \square (c)。

〔解答群〕

- (1) 進行波 (2) 定常波 (3) 分散 (4) ドップラー効果
(5) $\frac{1}{8}$ 倍 (6) $\frac{1}{4}$ 倍 (7) $\frac{3}{8}$ 倍 (8) $\frac{1}{2}$ 倍 (9) $\frac{5}{8}$ 倍
(10) $\frac{3}{4}$ 倍 (11) $\frac{7}{8}$ 倍 (12) $\frac{3}{2}$ 倍 (13) 動かない
(14) x 軸の負方向に進む (15) x 軸の正方向に進む

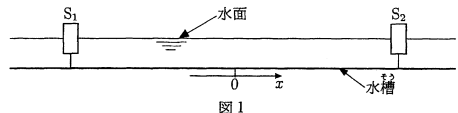


図1

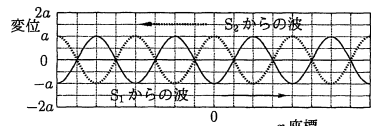


図2 (実線と点線は各々 S_1 と S_2 からの波の波形を表わす。)

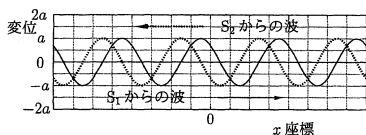


図3 (実線と点線は各々 S_1 と S_2 からの波の波形を表わす。)

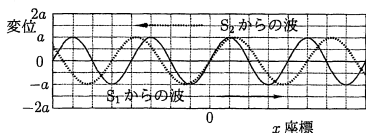
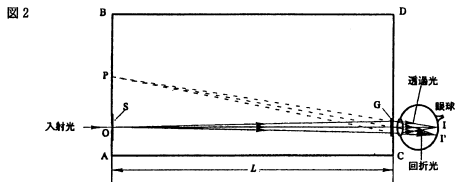
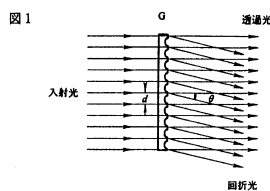


図4 (実線と点線は各々 S_1 と S_2 からの波の波形を表わす。)

同志社大 理系〔Ⅲ〕

波動のイメージがつかめていない受験生に対しては、ウエーブマシンやパソコンを用いたプロジェクターなどでビジュアルな授業展開をすることが有効である。気柱共鳴の際の開口端補正は無視する場合と考慮する場合の両方が出題されている。ドップラー効果に関しては、入試では従来どおりのすべての場合（斜めドップラー、観測者あるいは反射板が運動する場合）が出題されている。また、光波の反射による位相差は知識としてあらかじめ受験生に教えておくのがよい。文字式計算に比べ、機会の少ない数値計算であるが、少なからず出題されている。



名古屋市立大 医学部 物理問題4

センター試験対策も含め、光波に関する数値計算はミスなくできるように指導したい。波動については、教科書の発展内容も教えておくのがよいであろう。

(5) 選択分野の特徴

熱力学を中心に出题されているが、大方は標準的かむしろ平易な状態変化の問題が多い。発展内容であるポアソンの公式『(圧力) × (体積) $^\gamma$ = 一定』は、出題例は多くないが教えておいた方がよい。

図1は格子定数 d の透過型回折格子Gに入射光が垂直に入射した場合にそのまま透過する透過光と、入射光と角 θ の方向に回折する回折光の様子を示している。また図2はこの透過型回折格子を用いた簡易分光器の光学系を示している。暗箱の片端ABに取り付けたスリットSを、スリットから $L(=300\text{mm})$ だけ離れた他端CDに取り付けた回折格子Gを透して観察すると、スリットから入射した単色光は回折格子Gを透過したのち、眼球のレンズにより集まり網膜上のI'に結像し、肉眼では回折光の延長線とABの交点Pにあたかもスリットが存在するようにスリット像が見える。この簡易分光器によるスリット像と光の波長等との関係について以下の問いに答えよ。

- (1) 入射光の波長を λ 、任意の整数を m として、回折光が強め合う条件を求めよ。($m=0, 1, 2$ の光をそれぞれ0次光, 1次光, 2次光という。)
- (2) 角 θ は十分に小さく $\sin\theta \approx \tan\theta$ が成立するとして、スリットの位置Oと回折像の位置Pとの距離を m, λ, d, L を用いて表わせ。
- (3) スリットに白色光を入射する時、0次光は何色かを答え、その理由を述べよ。
- (4) スリットに白色光を入射する時、波長380nm(紫)~750nm(赤)にわたる可視領域の光は、虹色のスペクトルの帯としてAB上にくっつか観察される。簡易分光器に1cmあたり1000本の溝を刻んだ回折格子を使った場合、1次光による虹色のスペクトル帯はAB上で何mmの幅に見えるかを有効数字3桁で求めよ。
- (5) 1次光による虹色のスペクトル帯に重なる2次の回折光の波長領域を求めよ。

〔Ⅲ〕

次の文を読んで、 には適した数式を記入し、{ } については、その中の正しいものの記号を選んで解答せよ。解答は解答用紙の所定の欄に記入せよ。

- (1) 図1は、物質 n (mol)の理想気体の状態のある変化を示す。図の状態1, 2, 3における理想気体の温度はそれぞれ $T_1(\text{K}), T_2(\text{K}), T_3(\text{K})$ であり、状態1から状態2への変化は断熱変化、状態2から状態3への変化は定圧変化、状態3から状態1への変化は定積変化である。気体定数を $R(\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K}))$ 、理想気体の定積モル比熱を $C_v(\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K}))$ とし、いずれの状態変化も十分ゆっくりと行われるものとする。

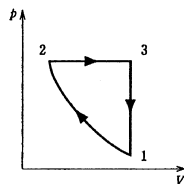


図1

このとき T_1, T_2, T_3 の間の大小関係を不等式で表すと となる。また、理想気体が外部に対して正の仕事をするのは、② { a) 状態1から状態2, b) 状態2から状態3, c) 状態3から状態1 } への変化の場合で、その仕事量は (J) である。この際、理想気体が吸収する正の熱量は (J) である。

一方、理想気体が外部から正の仕事をされるのは⑤ { a) 状態1から状態2, b) 状態2から状態3, c) 状態3から状態1 } への変化の場合で、その仕事量は (J) である。

- (2) 理想気体が状態1から状態2への変化のように、ゆっくりと断熱変化するとき、気体の圧力 p と体積 V の間には

$pV^\gamma = \text{一定}$ (i)

という関係が成立する。ただし、 $\gamma > 1$ である。

図2は、この γ を測定するためにリュウハートが考えた装置の略図である。図の容器の中には、(1)と同じく定積モル比熱が C_v (J/(mol·K)) の理想気体が物質 n (mol) だけ入っている。容器の上部は鉛直方向にまっすぐな円管で、その断面積は A (m²) である。この円管の中には質量 m (kg) の小球がちょうどすきまなく入っており、なめらかに管内を上下に動けるとする。はじめ小球は静止しており、そのとき容器中の気体の体積は V_0 (m³)、圧力は p_0 (N/m²) であった。

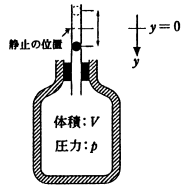


図2

次に、小球に初速度を与えると、小球は管内を上下に振動し始めた。このとき、容器中の気体は外部と熱のやりとりをしない断熱変化であるものとする。

小球のはじめの静止の位置を原点 ($y = 0$) とし、 y 軸の鉛直下向きを正とする。小球が y (m) だけ下がったとき、気体の体積 V は $V_0 - Ay$ となり、圧力 p は式(i)より $p_0 \left(\frac{V_0}{V_0 - Ay} \right)^\gamma$ となる。このとき、小球に働く力は、下向きを正として ㉑ (N) であり、 $y = 0$ のときと比べて温度変化 ΔT は、状態方程式を用いて ㉒ (K) と書ける。

以下では、小球の振動にともなう気体の体積変化は、容器全体の体積に比べて非常に小さいものとする。一般に、 α の絶対値が1に比べて非常に小さいとき、 $(1 + \alpha)^\gamma = 1 + \alpha\gamma$ と近似してよい。この近似を用いると、 ㉑ は y に比例する形で表され、 ㉒ (N) となる。したがって、この振動は単振動とみなすことができ、 γ は単振動の周期 τ (s) を用いて

$$\gamma = \text{㉓} \dots\dots\dots(i)$$

と表される。このように、小球の単振動の周期 τ を測定することで γ の値を決定することができる。

γ は、実は、理想気体の比熱と関係する量で定圧モル比熱と定積モル比熱の比を表す。この関係を求めてみよう。

小球が静止の位置から y (m) だけ下がったときに中の気体に対してなされた仕事 W (J) は、このときの温度変化の値 ㉔ から求めることができる。この仕事 W は、上と同様の近似を用いると、 y に比例する形で ㉕ (J) と表される。

一方、体積変化は非常に小さいので、圧力の変化を無視して W を計算してもよく、 $W = p_0 Ay$ と近似できる。この結果を ㉕ と比較して、 $\gamma = \text{㉖}$ であることがわかる。

京都産業大 理学学部 (Y) 〔Ⅲ〕

ボルツマン定数 k と気体定数 R 、アボガドロ数 N_A の関係 $R = kN_A$ も教えておきたい。

次の文章を読んで、(1)～(6)の各問いに答えなさい。ただし水素の原子量を1.0、窒素の原子量を14.0、気体定数 R を $8.31\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 、アボガドロ定数 N_A を $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ 、ボルツマン定数 k を $1.38 \times 10^{-23}\text{J}/\text{K}$ とする。答えはそれぞれの解答群の中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

東海大 情報他〔4〕リード文

この他に、バンド理論による半導体などの物性物理、素粒子論、宇宙論などが教科書に書かれているが、ほとんど出題されていない。これらは観測結果や理論の紹介だけのため、入試問題の題材にはなりにくいであろう。

(6) 学習対策

必修分野に関しては、二次試験対策として特別に目新しいものはなく、従来の標準的な入試問題集をていねいに仕上げておけばよい。教科書に書かれていなくても、あるいは発展内容であっても、過去に出題歴があれば教えておいてよい。邪魔になる知識ではないし、知っていれば見通しよく問題が処理できる場合がある。演習の際の姿勢として、法則が成立する根拠や適用できる公式名称を簡潔に記述しながら解答を作成するというようなきめの細かさが必要である。あくまで相手に分らせるような答案の作成を心がけるよう指導すべきである。選択分野は、最大公約数的な対処の仕方として、やはり熱力学が中心になるであろう。半導体や素粒子論、宇宙論などの入試問題になりにくいテーマはお話程度にして、手早く切り上げるのが現実的な対処といえるであろう。また、選択分野に関する入試情報をできるだけ早く入手し、常にアンテナを張った状態で本試験に備えるよう、生徒に指示しておくことも必要である。入試情報が手に入れば、後は志望大学の過去問にチャレンジさせるとよい。最後に、単科の医科大学では、個性的な問題が出題されることがある。このことは、本試験で戸惑わないためにも、受験生は心得ておくべきである

2

図1のような電圧と角周波数を設定できる交流電源を用意した。AB間には、抵抗、コンデンサー、コイルなどを接続する。交流電源の電圧を $V(t) = V_0 \sin \omega t$ 、抵抗を R 、コンデンサーの電気容量を C 、コイルの自己インダクタンスを L とし以下の各問に答えよ。

ただし、 t を時刻、 ω を角周波数とし、導線の抵抗やコイルの内部抵抗は無視できるものとする。作図は、問2～問4について角周波数とリアクタンスの定性的な関係がわかるように、解答用紙の1つの図の中に表せ。なお、 $f(t) = f(t + T)$ となる周期関数の1周期 T にわたる時間平均は、 $\frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt$ で与えられる。

問1 AB間に抵抗をつないだ時、回路に流れた電流は $I(t) = I_1 \sin \omega t$ であった。

- (1) I_1 を V_0 と R で表せ。
- (2) 電源のする仕事率(電力)の、1周期にわたる時間平均を求めよ。

問2 AB間にコンデンサーをつないだ時、回路に流れた電流は

$$I(t) = I_2 \sin(\omega t + \phi_2) \text{ であった。}$$

- (1) I_2 を V_0 、 C 、 ω で表し、 ϕ_2 の値を求めよ。
- (2) コンデンサーのリアクタンス X_C を求め、リアクタンスと角周波数 ω の関係を実線(—)で図示せよ。
- (3) 電源のする仕事率の、1周期にわたる時間平均を求めよ。また、その値の物理的意味を述べよ。

問 3 AB 間にコイルをつないだ時、回路に流れた電流は $I(t) = I_3 \sin(\omega t + \phi_3)$ であった。

- (1) I_3 を V_0 , L , ω で表し, ϕ_3 の値を求めよ。
- (2) コイルのリアクタンス X_3 を求め, リアクタンスと角周波数 ω の関係を点線(……)で図示せよ。

問 4 AB 間にコンデンサーとコイルを直列につないだ。

- (1) リアクタンスの大きさ $|X_4|$ と角周波数 ω の関係を 1 点鎖線(— · —) で図示せよ。
- (2) リアクタンスの大きさが最小値をとる角周波数 ω_4 を求めよ。

問 5 AB 間に抵抗とコンデンサーとコイルを並列につないだ時、回路に流れた全電流は $I(t) = I_5 \sin(\omega t + \phi_5)$ となった。 I_5 と $\tan \phi_5$ をそれぞれ V_0 , R , C , L , ω のうち必要なものを使って表せ。

問 6 1 次コイルの巻き数が N_p , 2 次コイルの巻き数が N_s である変圧器の 1 次側を AB 間につなぎ, 2 次側に抵抗 r をつないだ。このとき, 1 次コイルに流れた電流は $I(t) = I_6 \sin(\omega t + \phi_6)$ であった。 I_6 を V_0 , r , N_p , N_s で表せ。ただし, 変圧器のコイルの抵抗は無視でき, 磁束は鉄芯の外にもれないものとする。

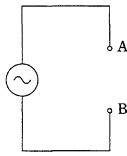


図 1. 交流電源

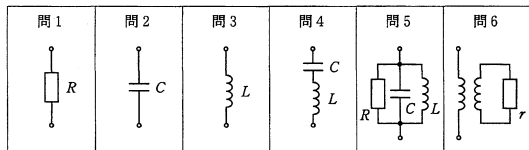


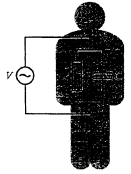
図 2. AB 間に接続する素子など(問 1~問 6)

東京医科歯科大 [2]

[4]

人体に交流電圧をかけるとうなるかについて述べた次の文章の空欄 [ア] ~ [キ] を埋め, 下の問い(問 1~3) に簡潔な説明をつけて答えよ。なお, 単位のとっている空欄には数式が, それ以外の空欄には言葉が入る。

生体を構成する細胞の細胞膜はリン脂質二重層を形成し, 電気的にはコンデンサーのようにはたらきをする。細胞膜のこの性質を考慮し, 人体の電気的な性質を単純化すると, 図のように電気抵抗 $R(\Omega)$ とコンデンサー $C(F)$ の並列回路として考えることができる。人体に交流電圧をかけるということは, この回路に交流電流をつなぐことになる。



まず, 周波数の低い交流の極限として, 電圧 $V_0[V]$ ($V_0 > 0$) の直流電源をつなぐことを考える。コンデンサーには直流の電流は [ア] ので, 抵抗を流れる電流の大きさは V_0 と R を用いて [イ] (A) と表され, 抵抗で消費される単位時間あたりのエネルギー, すなわち [ウ] は V_0 と R を用いて [エ] (W) と表される。人体で電気エネルギーが消費されるということは, なんらかの生物作用が電流によってたらされる可能性があるということで, 実際この作用が大きいと感電という傷害を生じる。

次に, 電圧の最大値が V_0 , 周波数が $f[\text{Hz}]$ で, 時刻 $t[s]$ における電圧が $V = V_0 \sin \omega t$ の交流電源をつなぐことを考える。 ω は角周波数で, π と f を用いて [オ] (rad/s) と表される。抵抗は交流に対してもオームの法則がなりたち, [カ] も発生する。一方, コンデンサーは交流に対して $X(\Omega)$ の抵抗のようにはたらくのであるが, 電流は電圧よりも位相が $\frac{\pi}{2}$ (rad) だけ [キ] ので [ク] は時間平均をとるとゼロとなり, コンデンサーではエネルギーの消費は無いものと考えよう。 X はコンデンサーのリアクタンスといい, ω と C を用いて [キ] (Ω) と表される。 X の値は周波数が高くなると小さくなるので, 高い周波数の交流では電流の大部分がコンデンサーを流れ, 人体で消費される電気エネルギーはほとんど無くなる。すなわち, 高い周波数の交流では感電という傷害は生じなくなることがわかる。これを応用した医療機器の一つに電気メスがあり, 周波数 1 MHz 程度の交流が使われている。

問 1 容量が $0.20 \mu\text{F}$ のコンデンサーのリアクタンスについて, 交流の周波数が 50 Hz のときの値 $X_{50}(\Omega)$ と, 1.0 MHz のときの値 $X_{1.0}(\Omega)$ の比 $\frac{X_{50}}{X_{1.0}}$ はいくらか。有効数字は 2 桁とせよ。

問 2 コンデンサーの容量の単位 F (ファラド) を m (メートル), kg (キログラム), s (秒), A (アンペア) を用いて表せ。

問 3 角周波数が ω の交流を発生させるにはどのようにしたらよいか。

福島県立医科大 [4]

■寺田 正春 (てらだ まさはる)

授業では高3生、高卒生のトップレベル生から基礎学力生まで幅広く担当。教材ではテキストおよび全統マーク模試、京大即応オープン、広大入試オープンなどの作成を担当。

著書：らくらくマスター物理 I・II (河合出版・共著)

物理教室 (河合出版・共著)

化学

学校法人 河合塾 化学科講師 高橋 茂幸

1. センター試験 化学 I

(1) 全体の傾向

2008年度のセンター試験の平均点は64.21点であり、昨年の61.35点を上回り、一昨年の64.13点とほぼ並んだ。

河合塾の追跡調査のデータでは、昨年、平均点低下の主な要因であった理論計算問題や無機分野で正答率が約10%程度上昇しており、これが平均点を押し上げたことになった（追跡調査では、第1問、第2問、第3問の正答率がほぼ70%で、第2問、第3問の正答率は昨年よりかなり上昇している。第4問の正答率は約60%で昨年とほぼ同じであった）。

大問数は4、設問数は29（昨年は28）、また、第1問が「物質の構成」、第2問が「物質の変化」、第3問が「無機物質」、第4問が「有機化合物」を主な出題分野としており、配点比率は理論50%、無機25%、有機25%で、昨年とほとんど変わっていない。新課程に入って3年を経たが、センター試験の概要もほぼ確立され、次年度以降も大きな変化はないと思われる。

なお、今年度注目すべき点としては、化学反応式が正確に書けること、また、それをもとにした化学量計算の学力を問うという化学の原点に立ち返った設問が目立ち、全体として昨年に比べ、計算問題の出題数が増加した（第1問 問4、第2問 問1、第3問 問4、問6などがそれに該当する）。ただし、昨年の逆滴定のような難問はなかったので、正答率は比較的高かった。また、新課程に入って増加し、これについて一部から批判のあった正誤の組み合わせ解答形式（記述 a, b, c の正誤を、正正誤、正誤正、…から選択させる形式）の設問は出題されなかった。

(2) 設問別分析

第1問は、「物質の構成」に関する設問で、例年同様基本的な知識を問うものが多く、正答率も高かった。ただし、問2aは正答率25%程度で、今回のセンター試験の中で最も低かった。これはヘリウム原子の直径を問うもので、覚えていなければ答えのない問題であった。また、問1c（出題例1ー⑤）を選択した誤答が多かった。ナフサを知らなかった受験生が相当数いたと思われる）や問5（出題例2）の物質に関する知識を問う設問が、昨年同様正答率50%ないしはそれ以下であった。また、問2b（ヘリウム原子の質量の計算）は高卒一高3生の正答率の差が大きく、化学量を指導する上で留意すべき点と思われる。

問1c 純物質でないもの

- ①ナフサ ②ミョウバン ③ダイヤモンド
④水 ⑤硫酸銅(Ⅱ)五水和物

出題例1

問5 身のまわりのさまざまな出来事と、それに関係している反応や変化の組合せとして適当でないものを選び。

	身の回りの出来事	反応や変化
①	漂白剤を使うと洗濯物が白くなった。	酸化・還元
②	水にぬれたままの衣服を着ていて体が冷えた。	蒸発
③	夜空に上がった花火が様々な色を示した。	炎色反応
④	包装の中にシリカゲルが入れてあったので、食品が湿らなかつた。	吸着
⑤	衣装ケースに入れてあったナフタレンを主成分とする防虫剤が小さくなった。	風解

出題例2

第2問は、熱化学、酸・塩基、酸化還元、電池・電気分解から出題されており、中和反応の量的関係(問2a)や酸化数(問3)など基本事項については90%近くの正答率であった。また、化学量計算との融合問題で、やや難度が高いと思われた問1(出題例3)も正答率70%前後と比較的正答率が高かった。

一方、電離度に関する問2bは正答率が60%前後だが、特に成績上位一下位、理一文の差が大きかった。約20%がpH3.0からそのまま② 1.0×10^{-3} を選んでおり、電離度の概念が理解できていないことによるものであろう。

また、硫酸銅(Ⅱ)水溶液の電気分解とその量的関係に関する問4bは正答率50%前後で、第2問の中で正答率が最も低く、また成績上位一中位の差が全設問の中でも最も大きかった。

問1 分子式 C_3H_8 で表される気体を十分な量の酸素と混合して完全燃焼させたところ、二酸化炭素3.30gと水(液体)が生成し、48.0kJの熱が発生した。

a この気体の燃焼熱は何kJ/molか。

- ① 6.40 ② 96.0 ③ 1280 ④ 1920 ⑤ 3840

b この反応で生成した水の質量は0.900gであった。分子式中の n として最も適当な数値を選べ。

- ① 4 ② 5 ③ 6 ④ 7 ⑤ 8

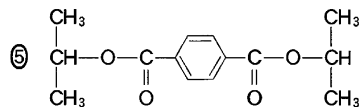
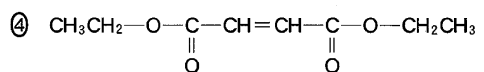
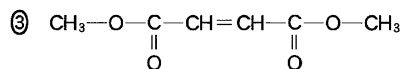
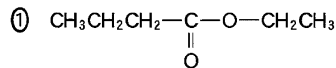
出題例3

第3問は無機物質で、昨年は正答率が約55%だったが、今回は基本的な問題が多く約70%で、高卒一高3生の差もほとんどなかった。ここでは、金属イオンに関する比較的詳しい知識を要求する問5(約55%)、気体の発生について化学反応式の正確な記述が必要な問6(約60%)の正答率が低かった。

第4問は有機化合物に関する設問で、高卒一高3生の差が約10%と例年以上に大きかった。特に脂肪族化合物の構造決定という思考力を要求した問4(出題例4)は約13%の差が出た。昨年もヨードホルム反応などが絡んだエステル構造決定は出題されており、対策が必要であろう。また、サリチル酸メチルの合成に関する問5aは正答率が50%程度と低かった。ここでは、サリチル酸とサリチル酸メチルを分離する試薬に水酸化ナトリウムを選択した誤答が約30%を占めている。

問4 次の文章を読み、有機化合物Aの構造式として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

化合物Aに水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後、希硫酸を加えて酸性にしたところ、化合物BとCが生成した。Bはヨードホルム反応を示した。Cは炭酸水素ナトリウム水溶液に気体を発生しながら溶けた。また、Cには幾何異性体Dが存在することがわかった。



出題例4

(3) 指導上のポイント

今年のセンター試験では、化学反応式の正確な記述と、これをもとにした計算問題が複数出題された。学力低下が危惧される中で、結果が注目されたが、比較的好成績であった。新課程に入り、化学Iで扱う学習量が軽減され、かなり時間をかけた指導がされたためと思われる。ただし、今年には出題されなかった濃度計算については、昨年正答率がきわめて低かったので、化学量計算全般の指導はこれからも時間をかけて行う必要があるだろう。また、He原子1個の質量や、電離度の計算など基本事項で特に成績下位者の正答率がきわめて低く、具体的な計算まで指導することによって基本的な知識を確実に身に付けさせる必要もあるだろう。さらに、複数の基本事項を組み立てていく必要のある思考力を要する問題も理論、有機などで何題か出題されている。

新課程に入って今回で3回のセンター試験が実施された。たとえば酸・塩基であれば、06年はやや難度の高いpH計算、07年は正誤問題、08年は量

の関係に関する基本的な計算とさまざまな切り口から出題されているので、ここ3年の過去問の演習を指導することによって、基本事項の確認とともに、思考力を要する問題への学力も築くことができると思われる。

2. センター試験 理科総合 A

平均点が昨年度の57.05点から大きく下がり、48.00点であった。これは、資源・エネルギー問題や環境問題への幅広い知識が要求されたこと、さらに第1問 問3（電池から得られる電流の大きさと電極の接触面積、電解液の濃度を調べるためにどのような実験が必要かの考察）、第4問 問4（中和熱による温度上昇の考察）など、実験に関するかなり難度の高い思考問題が出題されたためである。全体として、化学の基本的な学力を問うというよりも、化学と日常生活に関する幅広い知識と科学的思考力を問うものになっている。したがって、教科書に記載されている実験を実際に行い、結果の考察まで踏み込んだ指導や関連する問題集の演習などが必要であると思われる。

3. 一般入試（二次・私大）

(1) 全体の傾向

ここ数年、標準的な問題が増加して、やや易化の傾向であったが、今年の入試は、思考力を要する設問が増加し、やや難化した（なお国公立大60、私立大40を分析した）。

今年度、特に目立ったことは、教科書での「発展」として導入された項目からの出題が増加したことである。具体的には、状態図（出題例5）、溶解などの現象の熱化学からの考察（ボルン-ハーバーサイクルを含む 出題例6）、オゾン分解（出題例9）などで、これらは例年では1例か2例程度の出題だったが、現段階で把握している範囲でも、今年度は4～5例と増加している。また、温暖化などの環境問題やバイオエタノールなどのエネルギー問題と理論計算問題が融合した総合問題が増加した。特に二酸化炭素、アンモニアを素材にしたものが多く出題された（出題例7、8）。

(2) 分野別分析

【理論分野】

「物質の構造」では大きな変化はないが、VSEPR（原子価殻電子対反発則）による分子の形の考察（奈良女子大）が出題された。これも「発展」で扱われているので注目しておく必要がある。従来、ほとんど出題例のなかった状態図は薬科系を中心に4大学で出題された（出題例5）。

物質には、固体、液体、気体の状態があり、温度や圧力を変えると状態が変化する。図1と図2はそれぞれ水と二酸化炭素が、種々の温度、圧力においてどのような状態にあるかを示したグラフであり、状態図と呼ばれる。境界線は状態間の平衡を示している。ただし、図の目盛りは均等ではない。

(1) 液体の水が存在するために必要な圧力は、最低 (ア) Pa である。(有効数字2桁)

(2) $1.0 \times 10^6 \text{ Pa}$ のもとで、1.0gの水が温度 T_2 ですべて蒸発したもとする。このときに生じる水蒸気の体積は (イ) l である。(有効数字2桁)

(3) 次の a～f に適切な語句を選択肢から選べ。

① 富士山 ($0.7 \times 10^5 \text{ Pa}$) では、おいしいご飯が炊けないといわれている。これは、飽和蒸気圧が外圧に等しくなる温度になると (a) が起こるためである。

② 固体の水 (氷) に圧力を加えていくと、融点は (b)。

③ 固体の二酸化炭素に圧力を加えていくと、融点は (c)。

④ 二酸化炭素において、平衡状態にある固体と液体では密度が大きいのは (d) である。

⑤ 図1、図2の領域Ⅰは (e) の状態で存在し、領域Ⅲは (f) の状態で存在する。

<選択肢>

1. 上がる 2. 液体 3. 変わらない
4. 気体 5. 凝縮 6. 固体 7. 下がる
8. 昇華 9. 沸騰 10. 融解

図1 水の状態図

図2 二酸化炭素の状態図

慶應義塾大 薬

出題例5

気体は、単独で出題されるより、気相平衡との融合で出題が増加している。これと関連して、気相平衡はこの間減少傾向にあったが、今年度は増加して

いる。溶液では、溶解などの現象を熱化学から考察する問題が目立ち（岡山大、京成大、東京理科大）、特に京成大ではボルン-ハーバーサイクルや乱雑さに触れていた（出題例6）。

酸塩基、酸化還元、電池、電気分解は出題例、難度とも昨年と大きな変化はないが、中和滴定では、指示薬の構造も含めた出題があった（千葉大、大阪大）。

電離平衡の出題は多く、酢酸だけではなく、二酸化炭素、アンモニアの電離平衡が増加している。二酸化炭素の場合は気体の溶解度、アンモニアでは気相平衡やハーバー・ボッシュ法も含めた総合問題が多い（出題例7）。また、溶解度積も硫化物、モル法などが出題されている。反応速度も今年はお題する大学が増加し、難度も上がっている。

化学反応が進む方向は2つの要因で決定される。まず、反応前後のエネルギーを比べると、反応はエネルギーの高い状態から低い状態へ進行しやすい。もう一つの要因として、原子や分子の配列が規則正しい状態から乱雑な状態になる方向に反応は進みやすい。実際は、これら2つの要因のかね合いで反応の進む方向が決まる。

このことをふまえて、KCl結晶が自然に水に溶解する理由について考えてみよう。表にKおよびClの様々な状態に関する熱化学方程式が与えられている。

表2 KおよびClに関する熱化学方程式（化学変化）

$K(g) = K^+(g) + e^- - 418 \text{ kJ}$ (イオン化)
$K(s) = K(g) - 89 \text{ kJ}$ (昇華)
$1/2 Cl_2(g) = Cl(g) - 122 \text{ kJ}$ (解離)
$Cl(g) + e^- = Cl^-(g) + 349 \text{ kJ}$ (電子付加)
$K(s) + 1/2 Cl_2(g) = KCl(s) + 437 \text{ kJ}$ (生成)
$K^+(g) + Cl^-(g) = K^+(aq) + Cl^-(aq) + 700 \text{ kJ}$ (水和)

表を参考にして、1 mol の KCl 結晶が溶解するときの溶解熱と、下線部の理由を答えよ。

京成大 前期

出題例6

次の会話を読んで、間に答えなさい。

先生；体内で発生する二酸化炭素は血液を介して肺から排出されることは知っているよね。では、血液にどのくらいの二酸化炭素が溶けているかを化学的に考えてみよう。体温に近い37℃で血液に溶ける二酸化炭素の濃度は計算できるかな。まずは血液を水と仮定して考えると、37℃で二酸化炭素分圧 1 Pa につき $2.5 \times 10^{-7} \text{ mol/l}$ の二酸化炭素が溶けるので、二酸化炭素の分圧がわかれば濃度が計算できる。ただし、これは水と反応せずに

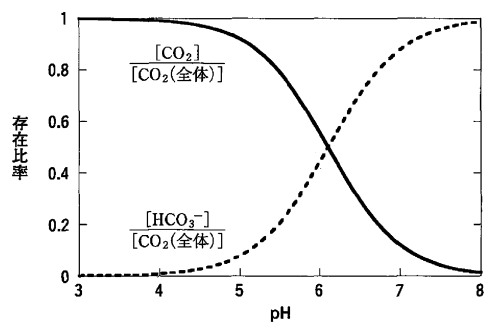
溶けている二酸化炭素の濃度 $[CO_2]$ なんだよ。それ以外に二酸化炭素は水と反応して水素イオンと炭酸水素イオンになるんだ。37℃では、その電離定数 K_a は次のようになる。

$$K_a = \frac{[H^+][HCO_3^-]}{[CO_2]} = 8.0 \times 10^{-7} \text{ mol/l}$$

W君；そうか、水に溶けている二酸化炭素の総濃度 $[CO_2(\text{全体})]$ は、次式のように水と反応せずに溶けている二酸化炭素濃度 $[CO_2]$ と、水に反応して溶けている炭酸水素イオン濃度 $[HCO_3^-]$ を合計すればよいのですね。

$$[CO_2(\text{全体})] = [CO_2] + [HCO_3^-]$$

先生；そうだね。さらに、それぞれの存在比率 $[CO_2] / [CO_2(\text{全体})]$ および $[HCO_3^-] / [CO_2(\text{全体})]$ と pH との関係は、電離定数の式から次のようなグラフになるよ。



W君；pHによって存在比率が変わるんですね。溶けている二酸化炭素の総濃度も大きく変わりそうですね。

先生；では、二酸化炭素の分圧が $5.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ のとき、37℃の水に溶けている二酸化炭素濃度とその溶液の pH を計算してごらん。

W君； $[CO_2] = \text{(A)}$ mol/l, $[HCO_3^-] = \text{(B)}$ mol/l, pH = (C) で酸性でした。でも、確か血液はほぼ中性でありませんでしたか。血液に二酸化炭素が溶けるときは、どう考えたらよいのですか。

先生；基本的には、水に二酸化炭素が溶ける際の考え方と同じでいいんだよ。血液の pH を 7.4 で一定として、二酸化炭素の分圧が $5.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ のとき、37℃に溶けている二酸化炭素の濃度を計算してごらん。

W君； $[CO_2] = \text{(D)}$ mol/l, $[HCO_3^-] = \text{(E)}$ mol/l になりました。水に溶ける二酸化炭素よりずいぶん多いですね。

問1 このグラフにおいて二つの曲線の交点を与える pH はつぎのどれと等しいか。記号で答えなさい。

- (イ) $K_a [CO_2]$ (ロ) $-\log_{10} [HCO_3^-]$ (ハ) $-\log_{10} K_a$
 (ニ) $\frac{K_a}{2}$ (ホ) $\frac{[HCO_3^-]}{[CO_2]}$ (ヘ) $\frac{[CO_2(\text{全体})]}{2}$

問2 (A) ~ (E) に適合する数値を有効数字2桁で求めなさい。必要であれば、 $10^{0.3} = 2.00$, $10^{0.5} = 3.16$ として計算しなさい。

早稲田大 基幹・創造・先進理工

出題例7

最近、地球温暖化防止対策の一つとして、サトウキビをアルコール発酵させてエタノールを生産し、それをガソリンに混ぜて使用することをブラジルでは義務づけている。このようなエタノールはバイオエタノールと呼ばれている。我が国においても2007年4月からバイオエタノールから合成したエーテル誘導体を混合したガソリンの販売が始まった。

問1 アメリカではトウモロコシのデンプンを酵素でグルコースに転換し、アルコール発酵させてバイオエタノールを生産している。グルコースのアルコール発酵の反応式を記せ。

問2 ガソリンおよびバイオエタノールを燃焼させると温暖化ガスの一つであるCO₂が発生する。それにもかかわらずバイオエタノールは、温暖化防止対策として注目されている。

- (1) その理由について記せ。
- (2) バイオエタノールの普及が資源の点から危惧されている事柄は何か記せ。

問3 ガソリン1Lで15km走行できる自動車がある。燃料としてトウモロコシから生産したバイオエタノールに交換したい。15km走行するためには原料のトウモロコシを何kg必要とするか。ただし、問2のガソリンおよびバイオエタノールの燃焼熱は、それぞれ48J/gおよび27J/gで、1molのバイオエタノールを得るためにはトウモロコシ600gが必要である。

法政大 理工

出題例8

また、エネルギー、環境問題を取り上げた出題も多く、特に今年はバイオエタノール（出題例8）やETBE（エチルターシャリーブチルエーテル）など自動車燃料に関する出題が目立った。バイオエタノールではアルコール発酵や熱化学、ETBEでは炭化水素の構造に関する問題が含まれている。

[有機分野]

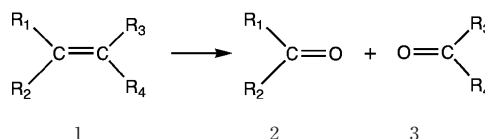
化学Ⅰの分野では、複雑な構造決定の出題は多くなく、芳香族化合物の反応系統図など基本問題もかなり出題されている。ただし、化学Ⅰの教科書で「発展」に導入されたオゾン分解は、出題が増加した（出題例9 ほとんどの大学では、下記文中のb)のような誘導がある）。

分子式C₆H₁₀で示されるアルケンは6種類存在する。これらをA, B, C, D, E, Fとする。

それぞれの構造を決定するために次の実験を行った。

- a) アルケンA～Fをそれぞれ触媒の存在下で水素と反応させると、アルケンA, B, Cからは化合物Xが生成し、アルケンD, E, Fからは化合物Yが生成した。
- b) 次の式に示すように、アルケン1をO₃で反応させた後、

酢酸中でZnと反応させると、C=Cの二重結合が開裂し、カルボニル化合物2, 3が生成する。ここで、R₁, R₂, R₃, R₄は水素原子またはアルキル基を表す。



アルケンA～Fに対し、この反応を行ったところ、以下の結果が得られた。

- 1) アルケンB, Cからはケトンが生成した。
- 2) アルケンA, C, Dからはホルムアルデヒドが生成した。
- 3) アルケンB, E, Fからはアセトアルデヒドが生成した。

問1 アルケンA, B, C, Dの構造式を記せ。

問2 アルケンEおよびFに可能な2種類の構造式を記せ。

愛知教育大

出題例9

[選択分野]

選択分野について、「生活」、「生命」それぞれから選択問題を出題した大学は昨年とほぼ同じで、多くの大学は、選択問題とせずに、両方に共通する糖類、アミノ酸・タンパク質を出題範囲としている。ただし、合成高分子化合物は「生活」のみの項目であるにも関わらず出題されている例があるので注意する必要がある（「生命」選択でもイオン交換樹脂、合成高分子化合物の基本は押さえておいた方がよいだろう）。

今年は、アミノ酸、ペプチドの出題がきわめて多かった。内容も基本的なことから、ペプチドのアミノ酸配列、等電点など比較的難度の高いものまで多岐にわたっていた。

医薬品は、サルファ剤の合成など化学Ⅰの範囲の応用、核酸も基本事項からの出題が大部分である。なお、酵素については酵素反応の速度と濃度の関係がいくつかの大学で出題された。

(3) 指導上のポイント

来年度の入試で、最大のポイントは、化学Ⅱの「発展」が与える影響であろう。2008年度の入試では、まだ、化学Ⅱ改訂版が正式に出回っていないにも関わらず、「発展」に導入された状態図が、複数の大学で出題された。また、Ⅱの範囲からの出題が増加

し、かつ、難度が上がっている。今後、ファンデルワールスの状態方程式、希薄溶液の性質、平衡（特に電離平衡・塩の加水分解、溶解度積）など理論分野を中心に「発展」の内容が入試問題に反映される可能性が高い。したがって、これらを体系的に指導していく必要があるだろう。

もう一つ注目しておきたいのは、理科総合 A である。06年から07年でセンター試験の平均点が約9点下がったが、08年ではさらに約9点下がって

る。この要因はすでに触れたように、今まで教育の中であまり重視されてこなかった感のある、環境、資源・エネルギー問題など科学と生活・社会との関連についての広い知識、考察力と、実験の組み立て、結果の考察など科学的思考、リテラシーを要求していることである。この方向性は、二次・私大入試にも影響を及ぼしてくる可能性がある。こうした点からも理科総合 A の活用は考えられてよいと思う。

■高橋 茂幸（たかはし しげゆき）

授業では高1～高3生、高卒生のトップレベル生から基礎学力生まで幅広く担当。またサテライト授業も担当。教材ではテキストおよび全統マーク模試などの作成を担当。

著書：こだわってシリーズ「無機物質」「反応速度・化学平衡」
（河合出版）

入試問題正解（旺文社・共著）

精選化学 I・II 問題演習（旺文社・共著）など

生 物

学校法人 河合塾 生物科講師 榊原 隆人

1. センター試験 生物 I

(1) 全体の傾向

2008年度のセンター試験は、大問5題、小設問32問であった。大問は昨年度と同様に5分野からそれぞれ1題ずつ出題され、問題数も大きな変化はなかった。しかし、大問5題すべてA、Bに分けられており、2つのテーマを扱う形になっている。このため、全体のページ数が3ページ増え、読まなければならない実験の文章やデータの量が増加した。また、最も多い選択肢数が4択から6択に増え、さらに文章選択の形式が増えたので、問題が解きにくくなった。このため、平均点は昨年度より大きく低下し、全受験生の平均点は昨年度より10点も低い57.6点（大学入試センター発表）であった。

設問内容は、知識問題とグラフや表から考える考察問題がほぼ半々の割合であった。得点差は第1問や第4問のような知識問題では開かず、第2問、第3問、第5問の考察問題で大きく開いた。2006年度・2007年度に成績下位者で特徴的にみられた知識問題での誤答の分散はみられなくなったが、平均点が低下した原因の1つには、問題の難化だけでなく受験生の学力の低下も考えられる。

(2) 設問別分析

第1問 細胞

Aは細胞小器官に関する基本的な知識問題、Bは酵素と細胞膜に関する標準的な知識問題である。第1問全体の正答率は84%であり、大問5題中で最も高く、また、現役生と高卒生の差（以下、現卒差）も文系生と理系生の差（以下、文理差）も小さかった。問3の正答率は94%であり、32問中最も高かった。問4は受験生の苦手な細胞膜や浸透圧に関する

総合的な知識問題であったため、正答率は77%と69%であり、成績下位者では⑥・⑦に誤答が集中していた。

第2問 生殖・発生

Aは花粉管の伸長に関する考察問題と知識問題、Bは初期発生に関する考察問題である。第2問全体の正答率は57%であり、第5問とともに大問5題中最低だった。問1・問2（図1）は、1998年度のセンター試験の第1問の内容と酷似している。問1の正答率は70%あるが、成績上位者と下位者の差（以下、上下差）、現卒差ともに大きかった。問2の正答率は42%と低く、 $1\text{cm} = 1000\mu\text{m}$ と間違えた②の誤答が多かった。問4の正答率は52%で、⑥の誤答が多かった。実験1の「体の左右どちらか半分を欠く不完全な胚が生じた」を正しく理解できていないためと考えられる。問5は、実験1と実験2では神経が生じたが実験3では神経が生じなかったことの意味が誘導と結びつかなかった受験生が多く、誤答は①～③に集中していた。

実験1 下線部Aに関連して、0%、8%、20%のスクロースの入った寒天培地を作り、その上に花粉を散布したのち花粉の発芽と花粉管の伸長を5分ごとに測定し、培地に含まれる糖も調べた。次の(1)～(5)は実験の結果である。

- (1) 0%スクロース寒天培地でも、多くの花粉が発芽して、花粉管は発芽5分後には約 $200\mu\text{m}$ に達したが、それ以上はあまり伸びなかった。
- (2) 8%スクロース寒天培地では、ほとんどの花粉管の伸長が約30分間、ほぼ $1200\mu\text{m}$ になるまで続いた。
- (3) 20%スクロース寒天培地では、発芽率が悪く、花粉管もほとんど伸長しなかった。
- (4) 破壊されて細胞質がもれ出す花粉や花粉管は、0%スクロース寒天培地ではかなり観察されたが、8%スクロース寒天培地では少なく、20%スクロース寒天培地ではほとんどなかった。
- (5) 培地の糖を調べると、8%スクロース寒天培地では花粉管の伸長後にスクロースの分解産物であるグルコースが検出されたが、0%や20%スクロース寒天培地では検出されなかった。

問1 実験1の結果から導かれる考察として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 ①

- ① 0% スクロース寒天培地の実験から、花粉には少なくとも約 200 μm まで花粉管が伸び出すのに必要な差が備わっていると考えられる。
- ② 0% スクロース寒天培地は、花粉にとって、浸透圧が低すぎると考えられる。
- ③ 20% スクロース寒天培地では、培地の高い浸透圧の影響で、花粉管の膨圧が高まり、花粉の発芽や花粉管の伸長ができないと考えられる。
- ④ 花粉管はスクロースをグルコースに分解する酵素をもっていていると考えられる。

問 2 めしべの中を伸長する花粉管の実際の速度を知るために、受粉しためしべを柱頭から 1 cm のところで切断し、めしべの中を伸長してくる花粉管の先端が切断面から外に出てくる時間を測定することにした。そのためには、花粉管の到達時間を予想して、その直前にめしべを切断する必要がある。寒天培地上で測定した花粉管の伸長速度は 40 μm/分であった。めしべの中の花粉管の伸長速度は、これを超えることも、大きく下回ることもないと考えられる。受粉しためしべを切断するのは、受粉後どれくらいがよいか、最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 2

- ① 5分 ② 25分 ③ 4時間 ④ 10時間
- ⑤ 25時間 ⑥ 40時間 ⑦ 80時間 ⑧ 250時間

図 1

第3問 遺伝

A は遺伝用語と補足遺伝子に関する問題であり、B は伴性・連鎖遺伝に関する問題である。第3問全体の正答率は63%であったが、現卒差と文理差が大きかった。問3の正答率は61%で、32問中上下差が最大であり、現卒差と文理差も大きかった。誤答は②が多く、性染色体についての理解が不足していると考えられる。問5の正答率は 5 が40%、6 が41%で、文理差と現卒差が大きかった。いずれの誤答も、F₁の雌における遺伝子の連鎖関係を無視して①を選んだ受験生が多かった。

第4問 動物の反応

A は脳と効果器である筋肉に関する知識問題、B は自律神経と体液に関する知識問題と考察問題である。第4問全体の正答率は60%である。問2の正答率は55%であり、誤答は②が多かった。筋繊維と筋原繊維の区別がつかなかったためと考えられる。問4の正答率は42%と低く、交感神経と副交感神経の働きの理解が不十分な受験生が多く、誤答は①・②・④に分散していた。問5 (図2) の正答率は52%で誤答は②・③に集中していた。これは、直接心臓を刺激している実験4の結果と副交感神経を刺激した実験2の結果が同じになると考えたからであろう。

B 脊椎動物は、心臓・血管・リンパ管をもちいて体液を循環させている。心臓は血液を循環させるはたらきを担っている。心臓の拍動の調節のしくみを調べるため、カエルの心臓を使って実験1～4を行った (図1)。

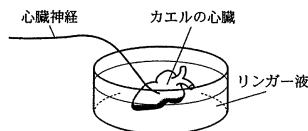


図 1

実験 1 カエルの心臓の拍動は、2種類の自律神経である神経 X と神経 Y を含む心臓神経で調節されている。カエルの心臓を心臓神経を付けた状態で取り出し、リンガー液中に浸したところ、心臓は拍動を続けた。

実験 2 神経 Y のはたらきを抑える化学物質をリンガー液に加えて心臓神経を電気刺激すると、拍動が遅くなった。この心臓を取り除き、拍動している別の心臓をこのリンガー液に浸したところ、その拍動も遅くなった。

実験 3 神経 X のはたらきを抑える化学物質をリンガー液に加えて心臓神経を電気刺激したところ、拍動は速くなった。

実験 4 心臓を直接電気刺激すると、刺激している間は拍動が乱れたが、刺激をやめると拍動はすぐに元にもどった。

問 5 実験 4 で使ったリンガー液に、拍動している別の心臓を入れた場合にその心臓の拍動はどうか。予想される結果として最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 5

- ① 拍動はすぐに速くなるが、やがて元にもどる。
- ② 拍動はすぐに遅くなるが、やがて元にもどる。
- ③ 拍動はすぐに乱れるが、やがて元にもどる。
- ④ 拍動はすぐに遅くなり、やがて停止する。
- ⑤ 拍動はすぐには変わらない。

図2

第5問 植物の反応

A は光周性に関する考察問題、B はオーキシンに関する考察問題である。第5問全体の正答率は57%であり、第2問とともに大問5題中最低だった。問2・問3は図1を読み取って、その説明を選ぶ考察問題である。問3の正答率は36%であり、誤答が①に集中していた。図1から花芽形成に必要な暗期の長さを読み取ることができなかったようである。問5は図3を読み取り考察する問題である。正答率は51%で、誤答は②・④に分散していた。問6 (図3) は図3と表1の結果から IAA 量を考察する問題である。正答率は34%で、32問中最低であった。図3の結果を考慮せず、表1の結果だけを用いて、誤答の②を選んだ受験生が39%もいた。

(なお、上記の正答率はすべて河合塾の受講生の答案再現データから引用した。)

(3) 指導上のポイント

2008年の傾向として、考察問題で得点差が大きく開いたのは、実験に関する長い文章や図・表を正確に読み取れなかったためと考えられる。このため、まず設問文や選択肢の文章を読み取ることができると読解力を養わせる必要がある。さらに、図や表、グラフなどを正確に読み取り、論理的に思考する訓練が必要なので、データの読み取りや処理ができるように問題演習を十分に積ませたい。しかし、問題演習は短時間で数多く解かせるのではなく、1問1問をじっくり考えさせるように指導したい。

近年は、過去の共通一次試験やセンター試験の類題も出題されているので、過去問はできるだけ多く演習させるようにしたい。さらに、国立大学の二次試験で出題された問題の類題も出題されることがあるので、高得点を望む生徒には、国公立大学の二次試験なども見せておきたい。

2. センター試験 理科総合B

理科総合Bのセンター試験は大問4題構成で、理科総合Bの4分野から1題ずつ出題された。各大問ともA、Bに分かれており、Aは地学分野、Bは生物分野となっている。教科書の基本的な知識問題も出題されているが、実験や観察方法に関する知識問題およびその結果(データ)の読み取りと考察に関する問題が多く出題されている。理科総合Bで扱われる内容を理解させるとともに、データをもとに考察する能力を養わせる必要があり、高得点を取得させるには十分な対応が必要である。

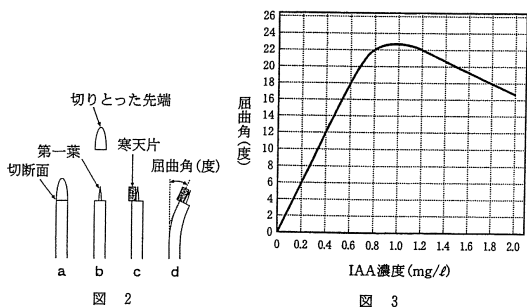
3. 一般入試 (二次・私大)

(1) 全体の傾向

出題分野は生物Ⅰが約45%、生物Ⅱが約55%(国公立大39大学での調査)で、昨年度同様、生物Ⅱからの出題が多かった。また、選択分野の出題も例年通りであった。この傾向は今後も大きく変化することはないと考えられる。

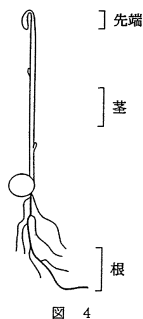
センター試験と同様、大問をA・Bに分け、2つのテーマで1題を構成している問題が多くみられた。このため、長い問題文を短い時間で読む文章読

- 実験1 (1) マカラスムギ(アベナ)の種子を暗所で発芽させ、**幼葉鞘**が約20 mmの長さになるまで育てた。
 (2) 幼葉鞘の先端5 mmを切りとり(図2 a, b)、いろいろな濃度のIAA溶液を含んだ寒天片を、幼葉鞘の切り口の片側にのせた(図2 c)。3時間後、幼葉鞘はIAAを含む寒天片がのっていない側に屈曲していた。この時の角度を屈曲角とする(図2 d)。
 (3) その結果、寒天中のIAA濃度と屈曲角には図3のような関係があることがわかった。



実験2 実験1の方法と結果を利用して、エンドウの芽生えの各部位に含まれるIAA量を推定する実験を行った。

- (1) 図4に示すように、暗所、25℃で生育したエンドウ芽生えから、幼葉を含む先端、茎、根を切り出した。
 (2) (1)で得られた先端、茎、根の重さをそろえ、各試料からIAAを含む抽出液を抽出し同じ液量とした。
 (3) これらの抽出液を含んだ寒天片を作成し、実験1と同様にマカラスムギ幼葉鞘を用いて屈曲角を測定した。この時、得られた植物抽出液を水で2倍に希釈したものについても同様な実験を行い、屈曲角を測定した。その結果を表1に示す。



	屈曲角(度)		
	先端	茎	根
抽出液	22	12	22
2倍に希釈した抽出液	18	6	12

問6 実験2の結果から考えられる、エンドウ芽生えの各測定部位に含まれるIAA量についての説明として最も適当なものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。 6

- ① 先端に含まれるIAA量は最も多く、茎のおよそ3倍である。
 ② 先端と根には、ほぼ同じ量のIAAが含まれる。
 ③ 根に含まれるIAA量は、茎のおよそ5倍である。
 ④ 根、先端、茎の順に、含まれるIAAの量は少なくなる。
 ⑤ 先端、茎、根の順に、含まれるIAAの量は少なくなる。

図3

解力が要求されるようになる。

(2) 生物Ⅱの選択分野の出題状況について

選択分野の「生物の集団」と「進化・系統」について、2008年度の出題状況をみると、弘前大、岩手大、山形大、新潟大、金沢大、千葉大、奈良女子大、岡山大、広島大、山口大などで選択問題として出題された。しかし、昨年度と同様に、片方の分野からのみ出題した大学や、両方の分野を必答問題として出題した大学もあった。いずれにおいても、選択分野の問題は他の分野に比べて易化傾向にあった。高等学校での選択分野の対応が難しいことへの配慮かもしれない。

(3) 2008年度で注目される出題項目

新課程になって新たに教科書で扱われるようになった「スプライシング」「PCR法」「調節遺伝子」などは、昨年に続き、2008年度も出題が多くみられた。昨年までは小問での出題や空欄補充等で用語のみを答えさせるものが多かったが、今年度では本格的に大問1題として扱ったもの(図4)や、内容を論述させるもの(図5・図6)などがみられ、この分野についてはこれまで以上に深い理解が必要になると思われる。

3 次の文章を読み、以下の問1～4に答えなさい。

1993年にK. Mullisがノーベル化学賞を受賞したPCR(ポリメラーゼ連鎖反応)法は、微量のDNAを数万倍に増やすことができる画期的な実験方法であり、その後の分子生物学の発展に大きく寄与した。

その方法の概略は次のようになる。また、その原理を図1に模式的に示した。

- ① 増幅したい配列を含む微量のDNA(鋳型DNA)、4種類のヌクレオチド、増幅したい配列の端の数十ヌクレオチドと相補的な配列をもつ短い1本鎖DNA(プライマー)、DNAポリメラーゼを混合して、反応液をつくる。このとき、プライマーは、増幅したい配列の両端に位置する2種類が必要である。
- ② 反応液を95℃で30秒加熱し、DNAを1本鎖にする。
- ③ 反応液を約55℃まで冷やして、プライマーとDNAの特定の部分を結合させる。
- ④ 反応液を適当な温度で2分間加熱し、DNAポリメラーゼの働きでプライマーの結合部分に続けてヌクレオチドを付加し、2本鎖DNAを合成する。結合したプライマーは合成されたDNA鎖の一部となり、次の繰り返しではDNA合成の起点とはならない。
- ⑤ 上の②～④を30回程度繰り返し、大量のDNAを増幅する。
この方法には耐熱性DNAポリメラーゼの利用が欠かせない。DNAポリメラーゼのような酵素はタンパク質であり、一般的に55～60℃に加熱されると

酵素としての働きを失ってしまう。これは熱によってタンパク質の[ア]が壊れるため、[イ]と呼ばれ、熱のほかに強い[ウ]や強い[エ]によっても起こる。耐熱性DNAポリメラーゼは温泉のような高温の環境に生息する好熱性細菌から抽出され、PCR法に必要な95℃の高温でも働きを失いにくい。

この酵素反応において[オ]になるのはプライマーが結合した鋳型DNAとヌクレオチドであり、DNAポリメラーゼの活性部位が1本鎖の鋳型DNAとプライマーの結合部位に結合して、DNA合成が行われる。

(図1省略)

問1 文章中の[ア]～[オ]にあてはまる最も適切な語句を入れなさい。

問2 図2はある耐熱性DNAポリメラーゼの反応速度と温度の関係を示したグラフである。このポリメラーゼを使ってPCR法を行う場合、下線部(1)に最も適する温度と、その理由を20字以内で答えなさい。

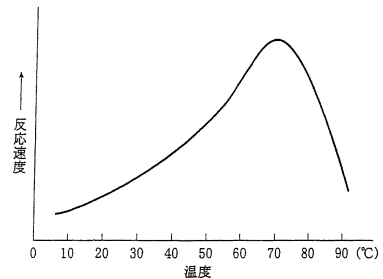


図2

問3 下線部(2)について、この反応を繰り返しれば原理的にはDNAを無限に増やすことが可能だが、実際には30から40回程度で増幅は止まってしまう。

- (a) この理由について下線部(3)に関して30字以内で答えなさい。
- (b) また、方法の②の部分始める前に95℃で1時間加熱して、残りの実験を行ったところ、DNAは増幅されなかった。このことを踏まえて増幅が止まってしまう(a)以外の理由を30字以内で答えなさい。

問4 図1で示されたPCR法の原理を見て、プライマーが2種類必要な理由を150字以内で答えなさい。

千葉大 前期 3

図4

問2 真核細胞における伝令RNAは、DNAから転写された状態では、タンパク質を作ることはできない。DNAから転写された伝令RNA前駆体は、ある過程を経て、成熟した伝令RNAとなり、核外へ出てリボソームに附着しタンパク質を合成する。伝令RNAの成熟過程を説明すると同時に、なぜこの過程が必要か枠内に記せ。

東北大 前期 2

問6 原核生物のタンパク質の大量産生を行う場合、その染色体を制限酵素で切断してプラスミドに組み込み、大腸菌に導入することによって、大腸菌内で遺伝子を発現させ、タンパク質を合成させることができる。しかし、真核生物の染色体を原核生物の場合と同じ操作によりプラスミドに組み込んでも、多くの場合、大腸菌でタンパク質を合成させることができない。その理由を30字以内で記せ。

岡山大 前期 第3問

図5

問3.

(1)の細胞は、背腹に沿った位置によって機能する調節遺伝子が異なるため、異なる種類の細胞へと分化する。調節遺伝子とはどのような働きをする遺伝子であるかを30字以内で説明しなさい。

九州大 前期 (3)

問4

調節遺伝子の重要な役割はさまざまな各種組織、器官に特有のタンパク質の発現を制御することである。そのしくみを説明しなさい。

静岡大 前期 (3)

図6

また、神戸大や静岡大などでは、仮説に基づき実験を設定する問題(図7)が出題された。さらにトピックとして、生物を真正細菌、古細菌、真核生物の3つのドメインに分ける分類法(図8)や、2007年に話題となったiPS細胞(人工多能性幹細胞)(図9)についての出題もあった。

問5 下線部(C)に関して、以下の(1)および(2)に答えなさい。

- 花粉媒体のわかっていない植物種Pについて、自然条件下で風媒花か動物(昆虫)媒花のどちらであるかを調べるための実験を行いたい。ただし、植物種Pは自家受粉しないものとする。この実験を行う段階ではまだ開花前のつぼみが数多くみられ、個々の花は咲くと1日でしおれてしまう。また、花粉の受粉によって受精した花は1ヵ月後に果実となる(図1)。以下にあげる道具(図2)を用いて実験デザインを考えなさい。
- また、どのような実験結果が得られれば植物種Pが風媒花であるといえるか、50字以内で書きなさい。

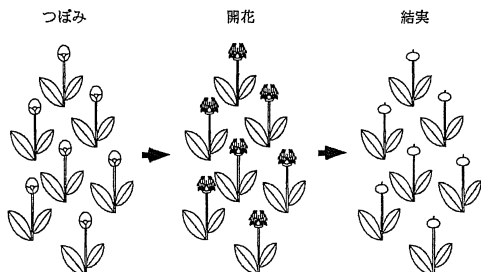


図1 植物種Pは開花後、1日で花はしおれ、受精した花は1ヵ月後に結実する。

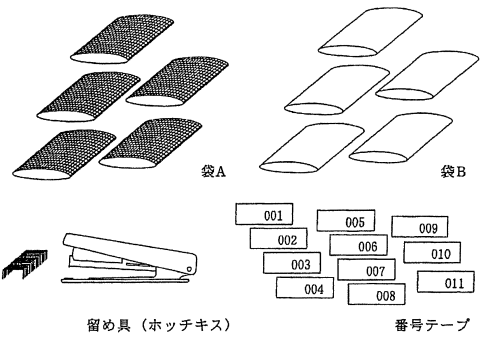


図2 花粉は通すが昆虫は通さない袋A、花粉も昆虫も通さない袋B、袋の留め具、花にマークするための番号テープ。

神戸大 前期 IV

図7

こうした分子系統学の最大の成果といわれるのが、1970年の中頃、前述のような、ウーズが提唱した、生物界を三つの領域(ドメイン)に分類する三ドメイン説である。本書も基本的にはこの分類法に従っている。ウーズは、原核生物や真核生物がどのように多様化したかについて、リボソームの小サブユニットを形成するrRNAの遺伝子、すなわち原核生物では16Sリボソーム遺伝子^(a)、真核生物では18Sリボソーム遺伝子^(b)の塩基のカタログ(塩基配列)を比較して、原核生物から真核生物にいたる生物の系統関係を調べた。その結果、古細菌であるメタン細菌と真正細菌では、同じ原核生物の仲間でありながら、真核生物との差に匹敵するほど異なっていることに気がついた。そしてさらに多くの生物で詳しく調べ、ほとんどすべての生物は真正細菌、古細菌、真核生物という、大きくは三つの生物群に分類されることを明らかにした。真正細菌ドメインには一般的に知られている枯草菌、大腸菌や藍色細菌^(c)が含まれ、古細菌ドメインには超好熱細菌、好塩細菌、メタン細菌などが含まれる。

問4 図の系統樹に示した①~⑦は三ドメインのいずれに相当するか。適切な語句を記入せよ。

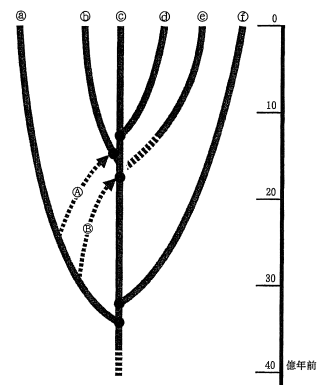


図 生物進化の道筋

①と②の破線は共生説に基づく由来を示す。③の破線は複数の系統に由来することを示す。

広島大 前期 (V)

図8

ES細胞(胚性幹細胞)は、哺乳類の初期胚⁽⁷⁾の内部細胞塊に由来する細胞で、内・中・外胚⁽⁸⁾のすべての細胞に分化する能力(全能性)を保持し、未分化のまま増殖を繰り返す。体細胞の核は、ES細胞との細胞融合によってES細胞様の状態に初期化される(全能性をもった未分化な状態に戻る)ことから、ES細胞の中には、全能性を持った未分化な状態を維持するのに必要な因子が含まれていると考えられた。山中伸弥教授のグループは、ES細胞の「幹細胞らしさ」の維持に關与している因子のうち、4つの調節遺伝子をマウスの線維芽細胞にレトロウイルス⁽⁹⁾ベクターを用いて導入することによって、ES細胞様の状態に初期化させた人工多能性幹細胞(iPS細胞)の作製に成功した。

(途中省略)

次に、彼らは図2に示すように、iPS細胞を野生型マウスのある時期の初期胚に注入し、この胚を代理母の子宮に移植した。するとiPS細胞と注入を受けた初期胚の細胞が混ざりあって、胎仔の形成に關与し、キメラマウスが生まれた。さらにこのキメラマウスを別の野生型マウスと交配させて誕生させた次世代マウスのなかにiPS細胞由来のマウスがある頻度で出現した^(*)。

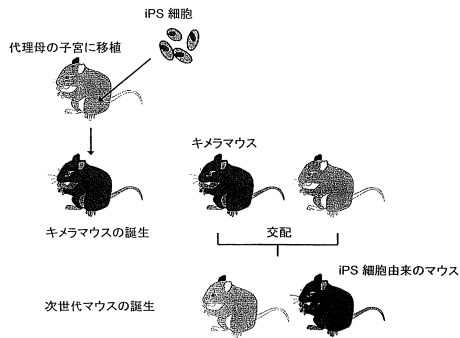


図2

問7 下線(*)のようにしてできたマウスのことを何と呼ぶか答えなさい。

問8 キメラマウスからiPS細胞由来の細胞を持つ次世代マウスが誕生したことから、iPS細胞はどのような系列の細胞に分化できる能力を持つことが確認されたのか。

慶応義塾大 医 I

図9

(4) 2009年度以降の入試予測

新課程入試も3年目になり、新たに扱われるようになった発展的内容も定着してきたように思われる。そのため、これらの内容については、2008年

度の出題状況からみても、今まで以上に深い内容まで理解することを要求されると考えられる。しかし、2008年春に改訂された生物Ⅱの教科書では「発展」や「参考」・「読み物」という扱いで、さらに多くの発展的内容が記載されるようになった。特に遺伝子の分野では、かなり詳しい内容や今話題になっている内容まで取り上げられるようになった。これらの内容が入試でどの程度まで出題されるか注目したい。

(5) 指導上のポイント

生物Ⅱからの出題が多く、また、発展的内容からの出題もあるので、生物Ⅱにかなり多くの指導時間をあてるようにしたい。発展的内容については、多くの指導時間を必要とするため、どの内容をどこまで扱うかを近年の入試問題を見ながら判断し、あまり深入りし過ぎないようにしたい。選択分野については、入試の現状から考えて、やはり、両分野とも学習させておきたい。

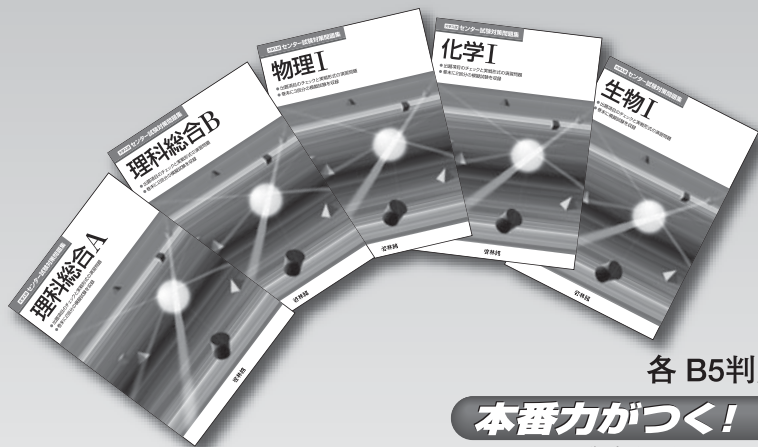
入試の鍵となるのは考察問題と論述問題である。考察問題は、まず、じっくり考えさせて解かせ、そのもとで問題を解くのに必要な知識や、与えられた図や表の解釈の仕方などをきちんと解説するようにしたい。論述問題は、添削指導を通して生徒の書いた答案に対し、どこがどのように誤っているのかを的確に指導するようにしたい。論述問題は大きく得点差がつくところであるので、その十分な対策が不可欠である。

■榊原 隆人(さかきばら たかひと)

授業では、高卒生・高3生・高2生を担当し、また、医進サポートクラスも担当。教材では、テキストおよび生物記述論述添削の作成を担当。模試では、全統記述模試および名大入試オープンの作成を担当。

啓林館の理科問題集

センター試験対策問題集



- 理科総合A
- 理科総合B
- 物理 I
- 化学 I
- 生物 I

各 B5判 / 定価 798円 (本体 760円)

本番力がつく!

センター試験本番と同形式で良問による演習ができます。

基本事項もしっかり確認!

基本事項は「チェックポイント」で確認できます。

直前演習で万全!

巻末の模擬テストで直前演習もできます。

● 演習問題の解答用マークシート (PDFデータ) がホームページからダウンロードしてご利用いただけます。



センター

年度版 物理 化学 生物 地学

例題で解法を
完全マスターできる
参考書型問題集



ラプラシア

理科総合 物理 化学 生物

教科書の
ポイントがわかる
日常学習用問題集



サンダイヤル

理科総合 物理 化学 生物 地学

基本を徹底理解できる
授業併用型・
書込み式問題集



掲載問題がフルに活きる、 ‘使える’ 啓林館の教科書・問題集。

啓林館の教科書と問題集は、生徒さんはもちろん、先生のことまで考えて作っています。啓林館の理科教科書または問題集をご採択・ご購入いただけますと、忙しい先生に代わって、ホームページ上でカンタンにテストを作成できる、「お助け先生」をご利用いただけます。単元などから必要な問題を選んでササッとテストを作成。Word*1形式なので編集も自由に行えます。生徒さんにも先生にも“使える”啓林館の教科書と問題集をご検討ください。

最新データを
順次追加します!!

テスト問題作成サイト

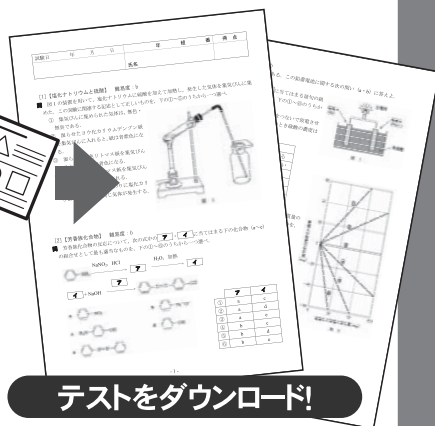
お助け先生...

テスト問題
作りは

ネットで、無料で、 簡単スピーディ!



教科書・問題集の問題が満載!!*2



テストをダウンロード!

*1 Wordは米国マイクロソフト社の商標でありソフトウェアです。

*2 収録問題に関する詳細は、裏面をご覧ください。ご利用いただける科目は、ご購入いただいた科目に限り、ただし物理と化学をご採用の場合では理科総合A、生物と地学をご採用の場合では理科総合Bがご利用可能ですので、理科総合A・Bをご採用の場合はいずれかをお選びください。

問題収録データ

センサー、サンダイヤル、センター試験対策問題集、ラブラシアの各問題集、各教科書掲載問題、大学入試センター試験過去問題。

ご利用期間は2年間です。啓林館問題集・教科書をご採用の上、サービスの更新をしていただく、さらに2年間ご利用いただくことが可能です。次年度から教科書・問題集をご使用になる場合でも、今すぐお申込みいただけます。

サービスの詳細・お申し込みは

<http://www.shinko-keirin.co.jp/kori/otasuke/otasuke.html>

センター試験
本試・追試問題もアップ
しています!



 啓林館
次代へ 啓く 望み

〒543-0052 大阪市天王寺区 大道4-3-25 TEL.06-6779-1531 FAX.06-6779-5011
〒113-0023 東京都文京区 向丘2-3-10 TEL.03-3814-2151 FAX.03-3814-2159
〒003-0005 札幌市白石区 東札幌5条2-6-1 TEL.011-842-8595 FAX.011-842-8594
〒461-0004 名古屋市東区 葵1-4-34 双栄ビル2F TEL.052-935-2585 FAX.052-936-4541
〒732-0052 広島市東区 光町1-7-11 広島CDビル5F TEL.082-261-7246 FAX.082-261-5400
〒810-0022 福岡市中央区 薬院1-5-6 ハイヒルズビル5F TEL.092-725-6677 FAX.092-725-6680

●<http://www.shinko-keirin.co.jp/>