# 2004 年全国理综 4

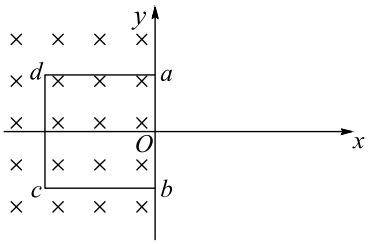
1. 在核反应方程式 ${}^{235}_{92}\mathrm{U}+{}^{1}_{0}\mathrm{n}\to{}^{90}_{38}\mathrm{Sr}+{}^{136}_{54}\mathrm{Xe}+k\mathrm{X}$ 中（B）

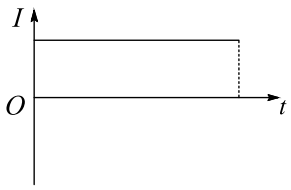
A. X 是中子，$k=9$　　B. X 是中子，$k=10$

C. X 是质子，$k=9$　　D. X 是质子，$k=10$

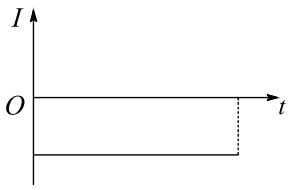
> 核反应方程满足质量数和电荷数守恒。由裂变规律可知，X 是中子 ${}^{1}_{0}\mathrm{n}$，由质量数守恒得 $235+1=90+136+k$，可得 $k=10$，故 B 正确。

2. 如图所示，在 $x\le 0$ 的区域内存在匀强磁场，磁场的方向垂直于 $xy$ 平面（纸面）向里。具有一定电阻的矩形线框 abcd 位于 $xy$ 平面内，线框的 ab 边与 $y$ 轴重合。令线框从 $t=0$ 的时刻起由静止开始沿 $x$ 轴正方向做匀加速运动，则线框中的感应电流 $I$（取逆时针方向的电流为正）随时间 $t$ 的变化图线 $I-t$ 图可能是下图中的哪一个？（D）

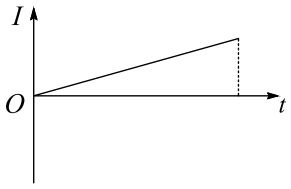


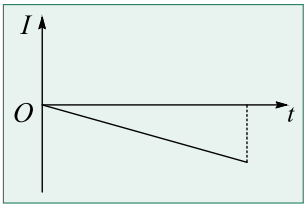

A.




B.




C.




D.

> cd 边切割磁感线产生的电动势为 $E=Blv$，又 $I=\frac{E}{R}=\frac{Blv}{R}=\frac{Blat}{R}$，与 $t$ 成正比，由楞次定律（或右手定则）可知感应电流为顺时针，故 D 正确。

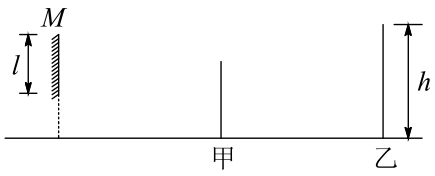
3. 一定质量的理想气体，从某一状态开始，经过系列变化后又回一开始的状态，用 $W_1$ 表示外界对气体做的功，$W_2$ 表示气体对外界做的功，$Q_1$ 表示气体吸收的热量，$Q_2$ 表示气体放出的热量，则在整个过程中一定有（A）

A. $Q_1-Q_2=W_2-W_1$　　B. $Q_1=Q_2$

C. $W_1 = W_2$　　D. $Q_1 > Q_2$

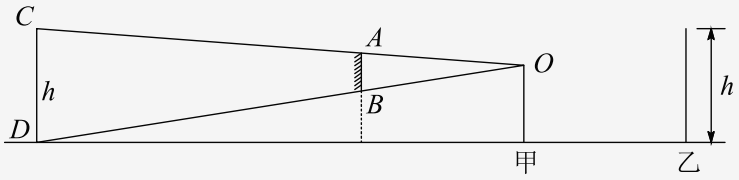
理想气体初态和末态相同，则温度相同，内能变化为零，由 $\Delta U = W + Q = W_1 - W_2 + Q_1 - Q_2 = 0$ 可得 $Q_1 - Q_2 = W_2 - W_1$，故 A 正确。

4. 图中 M 是竖直放置的平面镜，镜离地面的距离可调节。甲、乙二人站在镜前，乙离镜的距离为甲离镜的距离的 2 倍，如图所示。二人略错开，以便甲能看到乙的像。以 $l$ 表示镜的长度，$h$ 表示乙的身高，为使甲能看到镜中乙的全身像，$l$ 的最小值为 ( A )

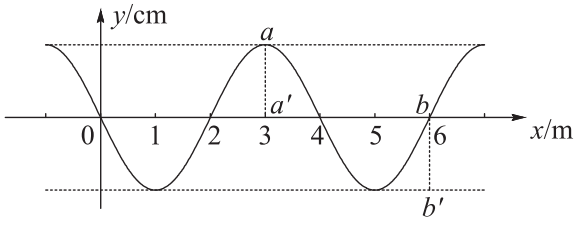



A. $\frac{1}{3}h$　　B. $\frac{1}{2}h$　　C. $\frac{3}{4}h$　　D. $h$

如图所示，由对称性做出乙的像 CD，镜的最小长度即为图中 AB 的长度，由 $\Delta OAB \sim \Delta OCD$ 有 $\frac{AB}{CD} = \frac{1}{3}$，即 $AB = \frac{1}{3}h$，故 A 正确。



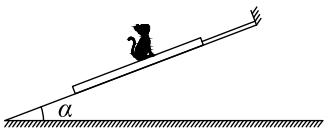

5. 已知：一简谐横波在某一时刻的波形图如图所示，图中位于 a、b 两处的质元经过四分之一周期后分别运动到 a′、b′ 处。某人据此做出如下判断：①可知波的周期，②可知波的传播速度，③可知的波的传播方向，④可知波的波长。其中正确的是 ( C )




A. ①和④　　B. ②和④　　C. ③和④　　D. ②和③

由图像可知波长 $\lambda = 4\,\mathrm{m}$，由 b 点振动方向可知波向右传播，但周期不知，也不能求得波速，故 C 正确。

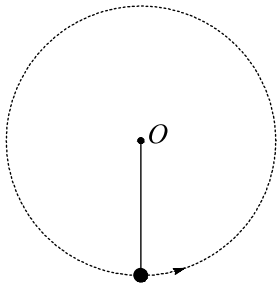
6. 如图，在倾角为 $\alpha$ 的固定光滑斜面上，有一用绳子拴着的长木板，木板上站着一只猫。已知木板的质量是猫的质量的 2 倍。当绳子突然断开时，猫立即沿着板向上跑，以保持其相对斜面的位置不变。则此时木板沿斜面下滑的加速度为 ( C )




A. $\frac{1}{2}g\sin\alpha$　　B. $g\sin\alpha$　　C. $\frac{3}{2}g\sin\alpha$　　D. $2g\sin\alpha$

> 对猫和木板整体受力分析，因猫位置不变，其加速度为零，由牛顿第二定律得 $3mg\sin\alpha = 2ma$，解得 $a = \frac{3}{2}g\sin\alpha$，故 C 正确。

7. 如图所示，轻杆的一端有一个小球，另一端有光滑的固定轴 O。现给球一初速度，使球和杆一起绕 O 轴在竖直面内转动，不计空气阻力，用 $F$ 表示球到达最高点时杆对小球的作用力，则 $F$( D )




A. 一定是拉力

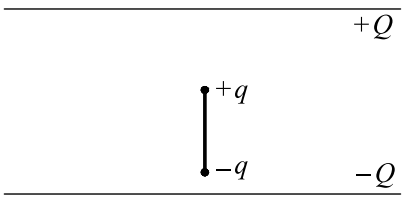
B. 一定是推力

C. 一定等于 0

D. 可能是拉力，可能是推力，也可能等于 0

> 球能通过最高点的条件是 $v > 0$。①当最高点时杆对球作用力为零时，由 $mg = m\frac{v^2}{R}$ 得 $v = \sqrt{gR}$；②当 $0 < v < \sqrt{gR}$ 时，杆对球是推力；③当 $v > \sqrt{gR}$ 时，杆对球是拉力，故 D 正确。

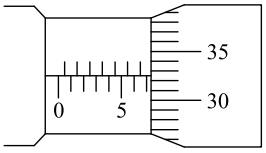
8. 一平行板电容器的电容为 $C$，两板间的距离为 $d$，上板带正电，电量为 $Q$，下板带负电，电量也为 $Q$，它们产生的电场在很远处的电势为零。两个带异号电荷的小球用一绝缘刚性杆相连，小球的电量都为 $q$，杆长为 $l$，且 $l < d$。现将它们从很远处移到电容器内两板之间，处于图示的静止状态（杆与板面垂直），在此过程中电场力对两个小球所做总功的大小等于多少？（设两球移动过程中极板上电荷分布情况不变）( A )




A. $\frac{Qlq}{Cd}$　　B. 0　　C. $\frac{Qq(d-l)}{Cd}$　　D. $\frac{Clq}{Qd}$

当两个带等量异号电荷的小球从很远处移到电场中同一点时，电场力做功为零，再将某一球沿电场线移到 $l$ 距离远，此时电场力做功即为所求。场强 $E=\frac{U}{d}=\frac{Q}{Cd}$，电场力做功 $W=qEl=\frac{Qql}{Cd}$，故 A 正确。

9. 图中给出的是螺旋测微器测量一金属板厚度时的示数，读数应为 7.324 mm（7.323~7.325 均给分）。




固定读数为 7 mm，可动读数为 $32.4\times0.01\,\text{mm}=0.324\,\text{mm}$，故读数为 $7\,\text{mm}+0.324\,\text{mm}=7.324\,\text{mm}$。

10. 图中给出器材为：电源 $E$（电动势为 12 V，内阻不计），木板 N（板上从下往上依次叠放白纸、复写纸、导电纸各一张），两个金属条 A、B（平行放置在导电纸上，与导电纸接触良好，用作电极），滑线变阻器 $R$（其总阻值小于两平行电极间导电纸的电阻），直流电压表 V（量程为 6 V，内阻很大，其负接线柱与 B 极相连，正接线柱与探针 P 相连），开关 K。现要用图中仪器描绘两平行金属条 AB 间电场中的等势线。AB 间的电压要求取为 6 V。

(1) 在图中连线，画成实验电路原理图。

(2) 下面是主要的实验操作步骤，将所缺的内容填写在横线上方。

a. 接好实验电路。

b. _____。

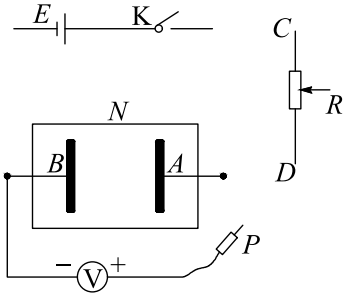
c. 合上 K，并将探针 P 与 A 相接触。

d. _____。

e. 用探针压印的方法把 A、B 的位置标记在白纸上。画一线段连接 AB 两极，在连线上选取间距大致相等的 5 个点作为基准点，用探针把它们的位置印在白纸上。

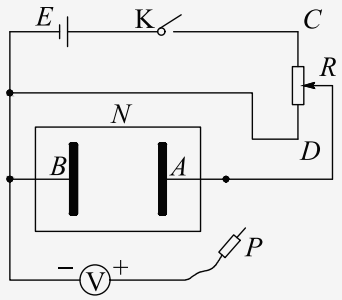
f. 将探针与某一基准点相接触，_____，这一点是此基准的等势点。用探针把这一点的位置也压印在白纸上。用相同的方法找出此基准点的其它等势点。

g. 重复步骤 f，找出其它 4 个基准点的等势点。取出白纸画出各条等势线。



(1) 连接线路如图所示。 (2) b．把变阻器的滑动触头移到靠近 D 端处；d．调节 $R$，使电压表读数为 6 V；f．记下电压表读数，在导电纸上移动探针，找出电压表读数与所记下的数值相同的另一点。

（1）连接线路如图所示。




（2）b．把变阻器的滑动触头移到靠近 D 端处；d．调节 $R$，使电压表读数为 6 V；f．记下电压表读数，在导电纸上移动探针，找出电压表读数与所记下的数值相同的另一点。

11. 电动势为 $E = 12\,\mathrm{V}$ 的电源与一电压表和一电流表串联成闭合回路。如果将一电阻与电压表并联，则电压表的读数减小为原来的 $\frac{1}{3}$，电流表的读数增大为原来的 3 倍。求电压表原来的读数。

$U = 9\,\mathrm{V}$

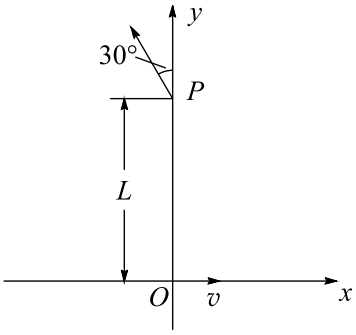
设电压表和电流表的原来读数分别为 $U$ 和 $I$，电源和电流表的内阻分别为 $r_1$ 和 $r_2$，由欧姆定律得

$$E = U + I(r_1 + r_2) \tag{①}$$

$$E = \frac{1}{3}U + 3I(r_1 + r_2) \tag{②}$$

联立①②并代入 $E$ 的数值得 $U = 9\,\mathrm{V}$。

12. 一匀强磁场，磁场方向垂直于 $xy$ 平面，在 $xy$ 平面上，磁场分布在以 O 为中心的一个圆形区域内。一个质量为 $m$、电荷量为 $q$ 的带电粒子，由原点 O 开始运动，初速为 $v$，方向沿 $x$ 正方向。后来，粒子经过 $y$ 轴上的 P 点，此时速度方向与 $y$ 轴的夹角为 30°，P 到 O 的距离为 $L$，如图所示。不计重力的影响。求磁场的磁感强度 $B$ 的大小和 $xy$ 平面上磁场区域的半径 $R$。




$B=\frac{3mv}{qL}$，$R=\frac{\sqrt{3}}{3}L$

粒子在磁场中做匀速圆周运动，设其半径为 $r$，由洛伦兹力提供向心力得

$$qvB=m\frac{v^2}{r} \tag{①}$$

由题意知，粒子在磁场中的轨迹的圆心 C 必在 $y$ 轴上，且 P 点在磁场区之外，过 P 沿速度反向作延长线，它与 $x$ 轴相交于 Q 点，作圆弧过 O 点与 $x$ 轴相切，并且与 PQ 相切于 A，A 即粒子离开磁场区的点，这样可得圆弧轨迹的圆心 C，如图所示。由图中几何关系得

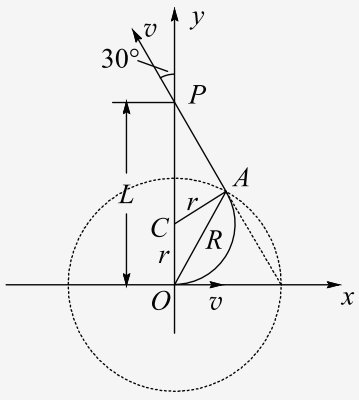
$$L=3r \tag{②}$$

由①②求得

$$B=\frac{3mv}{qL}$$

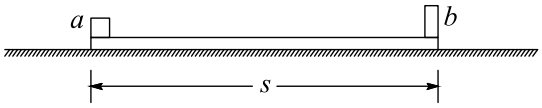
图中 OA 的长度即圆形磁场区的半径 $R$，由图中几何关系得

$$R=\frac{\sqrt{3}}{3}L$$




13. 如图，长木板 ab 的 b 端固定一档板，木板连同档板的质量为 $M=4.0\,\mathrm{kg}$，a、b 间距离 $s=2.0\,\mathrm{m}$。木板位于光滑水平面上。在木板 a 端有一小物块，其质量 $m=1.0\,\mathrm{kg}$，小物块与木板间的动摩擦因数 $\mu=0.10$，它们都处于静止状态。现令小物块以初速 $v_0=4.0\,\mathrm{m/s}$ 沿木板向前滑动，直到和档板相撞。碰撞后，小物块恰好回到 a 端而不脱离木板。求碰

撞过程中损失的机械能。




$E_1 = 2.4\,\mathrm{J}$

设木板和物块最后共同的速度为 $v$，由动量守恒得

$$mv_0 = (m+M)v \tag{①}$$

设全过程损失的机械能为 $E$，由能量守恒得

$$E = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(m+M)v^2 \tag{②}$$

用 $s_1$ 表示物块从开始运动到碰撞前瞬间木板的位移，$W_1$ 表示在这段时间内摩擦力对木板所做的功，用 $W_2$ 表示同样时间内摩擦力对物块所做的功。用 $s_2$ 表示从碰撞后瞬间到物块回到 a 端时木板的位移，$W_3$ 表示在这段时间内摩擦力对木板所做的功，用 $W_4$ 表示同样时间内摩擦力对物块所做的功。用 $W$ 表示在全过程中摩擦力做的总功，则

$$W_1 = \mu mgs_1 \tag{③}$$

$$W_2 = -\mu mg(s_1+s) \tag{④}$$

$$W_3 = -\mu mgs_2 \tag{⑤}$$

$$W_4 = \mu mg(s_2-s) \tag{⑥}$$

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 \tag{⑦}$$

用 $E_1$ 表示在碰撞过程中损失的机械能，则

$$E_1 = E - W \tag{⑧}$$

由①至⑧式解得

$$E_1 = \frac{1}{2}\cdot\frac{mM}{m+M}v_0^2 - 2\mu mgs$$

代入数据得 $E_1 = 2.4\,\mathrm{J}$。