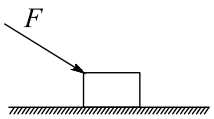
2005 年全国理综 III

1. 如图所示，一物块位于光滑水平桌面上，用一大小为 F、方向如图所示的力去推它，使它以加速度 a 向右运动。若保持力的方向不变而增大力的大小，则 (A)



A. a 变大

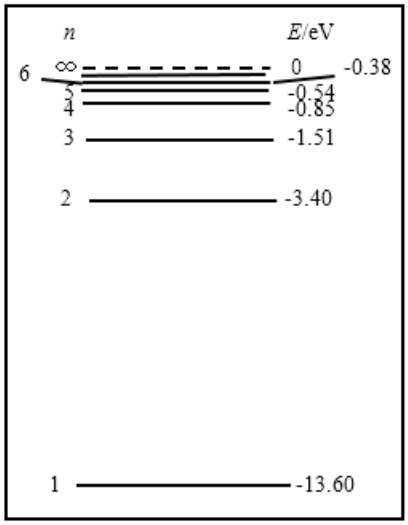
B. 不变

C. a 变小

D. 因为物块的质量未知，故不能确定 a 变化的趋势

> 设 F 与水平方向的夹角为 θ，对物块受力分析，由牛顿第二定律得 $F\cos\theta = ma$，解得 $a = \frac{F\cos\theta}{m}$；因 m 一定，F 增大时 a 必增大，故 A 正确。

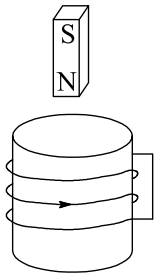
2. 氢原子的能级图如图所示。欲使一处于基态的氢原子释放出一个电子而变成氢离子，该氢原子需要吸收的能量至少是 (A)



A. 13.60 eV　　B. 10.20 eV　　C. 0.54 eV　　D. 27.20 eV

> 使基态的氢原子释放出一个电子而变成氢离子，电子应成为自由电子而几乎不受原子核的引力，氢原子应从第 1 能级跃迁到无穷远能级，故氢原子吸收的能量至少为这两能级的能量差 13.60 eV，故 A 正确。

3. 如图，闭合线圈上方有一竖直放置的条形磁铁，磁铁的 N 极朝下。当磁铁向下运动时（但未插入线圈内部），(B)



A. 线圈中感应电流的方向与图中箭头方向相同，磁铁与线圈相互吸引

B. 线圈中感应电流的方向与图中箭头方向相同，磁铁与线圈相互排斥

C. 线圈中感应电流的方向与图中箭头方向相反，磁铁与线圈相互吸引

D. 线圈中感应电流的方向与图中箭头方向相反，磁铁与线圈相互排斥

> 磁铁向下运动的过程中，穿过线圈方向向下的磁通量增大，由楞次定律知，线圈中感应电流产生的磁场方向应向上，以阻碍磁通量的增加；由右手螺旋定则可判定线圈中的电流方向与图中箭头方向相同，由“来拒去留”的规律知磁铁与线圈相互排斥，故 B 正确。

4. 水平放置的平行板电容器与一电池相连。在电容器的两板间有一带正电的质点处于静止平衡状态。现将电容器两板间的距离增大，则 (D)

A. 电容变大，质点向上运动　　B. 电容变大，质点向下运动

C. 电容变小，质点保持静止　　D. 电容变小，质点向下运动

> 电容器与电池相连，两板间的电压 U 保持不变。质点初态静止，所受重力和电场力平衡，有 $mg = qE_0$；增大两板间的距离 d，由 $E = \frac{U}{d}$ 知 E 变小，电场力变小，而重力不变，合力向下，质点开始向下运动；由平行板电容器的电容公式 $C = \frac{\varepsilon S}{4\pi k d}$ 知电容减小，故 D 正确。

5. 两种单色光由水中射向空气时发生全反射的临界角分别为 θ_1、θ_2，已知 $\theta_1 > \theta_2$。用 n_1、n_2 分别表示水对两单色光的折射率，v_1、v_2 分别表示两单色光在水中的传播速度 (B)

A. $n_1 < n_2$、$v_1 < v_2$　　B. $n_1 < n_2$、$v_1 > v_2$

C. $n_1 > n_2$、$v_1 < v_2$　　D. $n_1 > n_2$、$v_1 > v_2$

> 由全反射临界角与折射率的关系 $n = \frac{1}{\sin C}$，因 $\theta_1 > \theta_2$，故 $n_1 < n_2$；又由 $v = \frac{c}{n}$ 知 $v_1 > v_2$，故 B 正确。

6. 一定质量的气体经历一缓慢的绝热膨胀过程。设气体分子间的势能可忽略，则在此过程中 (D)

A. 外界对气体做功，气体分子的平均动能增加

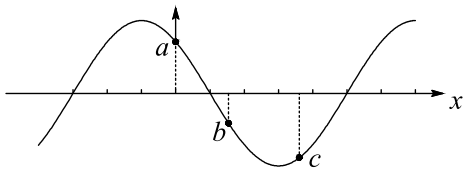
B. 外界对气体做功，气体分子的平均动能减少

C. 气体对外界做功，气体分子的平均动能增加

D. 气体对外界做功，气体分子的平均动能减少

> 绝热过程 $Q=0$；气体膨胀对外界做功，故 $W<0$。由热力学第一定律 $\Delta U=W+Q$ 得 $\Delta U<0$，气体内能减小；由于不计气体分子间的势能，气体分子的平均动能减小，故 D 正确。

7. 一列简谐横波在 x 轴上传播，某时刻的波形图如图所示，a、b、c 为三个质元，a 正向上运动。由此可知 (AC)



A. 该波沿 x 轴正方向传播

B. c 正向上运动

C. 该时刻以后，b 比 c 先到达平衡位置

D. 该时刻以后，b 比 c 先到达离平衡位置最远处

> 质点 a 正向上运动，说明 a 左侧的质点先振动，波源在左侧，故该波沿 x 轴正方向传播；由此可知此时 b 向上运动、c 向下运动，因此 b 比 c 先到达平衡位置，故 A、C 正确。

8. 最近，科学家在望远镜中看到太阳系外某一恒星有一行星，并测得它围绕该恒星运行一周所用的时间为 1200 年，它与该恒星的距离为地球到太阳距离的 100 倍。假定该行星绕恒星运行的轨道和地球绕太阳运行的轨道都是圆周，仅利用以上两个数据可以求出的量有 (AD)

A. 恒星质量与太阳质量之比

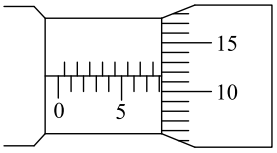
B. 恒星密度与太阳密度之比

C. 行星质量与地球质量之比

D. 行星运行速度与地球公转速度之比

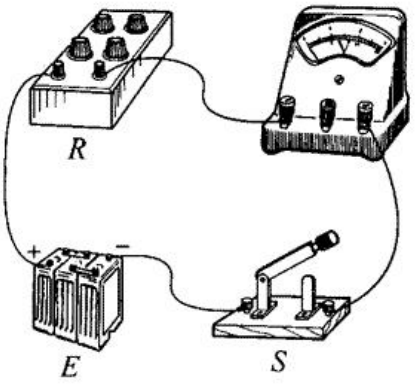
> 由万有引力提供向心力，有 $G\frac{M_{恒}m_{行}}{r_1^2}=m_{行}\frac{4\pi^2}{T_1^2}r_1$ ①，$G\frac{M_{日}m_{地}}{r_2^2}=m_{地}r_2\frac{4\pi^2}{T_2^2}$ ②，由①、②两式相除得 $\frac{M_{恒}}{M_{日}}=\frac{r_1^3}{r_2^3}\cdot\frac{T_2^2}{T_1^2}$。行星质量与地球质量在等式两边被约去，无法求出二者之比，故 A 正确、C 错误；由于不知恒星和太阳的半径，无法确定其密度关系，故 B 错误；由 $v_1=\frac{2\pi r_1}{T_1}$ ③，$v_2=\frac{2\pi r_2}{T_2}$ ④，由③、④两式相除得 $\frac{v_1}{v_2}=\frac{r_1}{r_2}\cdot\frac{T_2}{T_1}$，故 D 正确。

9. (1) 用螺旋测微器测圆柱体的直径时，示数如图所示，此示数为8.116 mm。



(2) 利用图中给定的器材测量电压表 V 的内阻 R_V。图中 E 为电源（内阻可忽略不计），R 为电阻箱，K 为电键。

① 将图中实物连接为测量所用的电路。



② 写出实验中必须记录的数据（用符号表示），并指出各符号的意义：R_1、R_2 是电阻箱的两次读数，U_1、U_2 是相应的电压表的两次读数。

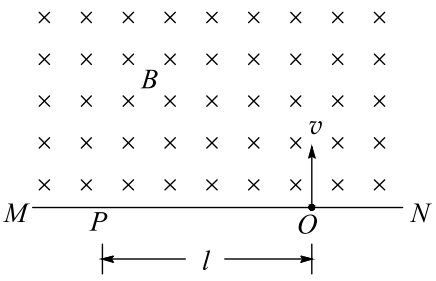
③ 用上述记录的数据表示 R_V 的公式为 $R_V=\frac{U_2R_2-U_1R_1}{U_1-U_2}$。

(1) 8.116（5 分，在 8.116±0.002 范围内都给 5 分） (2) 连线如图所示；$R_V=\frac{U_2R_2-U_1R_1}{U_1-U_2}$。

（1）主刻度读数为 8 mm，可动刻度读数为 $11.6\times0.01\,\text{mm}=0.116\,\text{mm}$，故读数为 $8\,\text{mm}+0.116\,\text{mm}=8.116\,\text{mm}$。

（2）将电阻箱与电压表串联在电路中，读出两组电压、电阻值，由闭合电路欧姆定律有 $E=\frac{U_1}{R_V}R_1+U_1$，$E=\frac{U_2}{R_V}R_2+U_2$，联立解得 $R_V=\frac{U_2R_2-U_1R_1}{U_1-U_2}$。

10. 图中 MN 表示真空室中垂直于纸面的平板，它的一侧有匀强磁场，磁场方向垂直纸面向里，磁感应强度大小为 B。一带电粒子从平板上的狭缝 O 处以垂直于平板的初速 v 射入磁场区域，最后到达平板上的 P 点。已知 B、v 以及 P 到 O 的距离 l。不计重力，求此粒子的电荷 q 与质量 m 之比。



$\frac{2v}{Bl}$

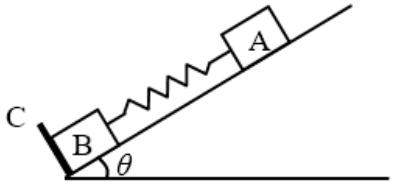
粒子初速 v 垂直于磁场，粒子在磁场中受洛伦兹力而做匀速圆周运动，设其半径为 R，由洛伦兹力公式和牛顿第二定律，有

$qvB = \frac{mv^2}{R}$

因粒子经 O 点时的速度垂直于 OP，故 OP 是直径，$l = 2R$，由此得

$\frac{q}{m} = \frac{2v}{Bl}$

11. 如图所示，在倾角为 θ 的光滑斜面上有两个用轻质弹簧相连接的物块 A、B。它们的质量分别为 m_A、m_B，弹簧的劲度系数为 k，C 为一固定挡板。系统处于静止状态。现开始用一恒力 F 沿斜面方向拉物块 A 使之向上运动，求物块 B 刚要离开 C 时物块 A 的加速度 a 和从开始到此时物块 A 的位移 d，重力加速度为 g。



$a = \frac{F-(m_\mathrm{A}+m_\mathrm{B})g\sin\theta}{m_\mathrm{A}}$，$d = \frac{(m_\mathrm{A}+m_\mathrm{B})g\sin\theta}{k}$

令 x_1 表示未加 F 时弹簧的压缩量，由胡克定律和牛顿定律可知

$m_\mathrm{A}g\sin\theta = kx_1$ ①

令 x_2 表示 B 刚要离开 C 时弹簧的伸长量，a 表示此时 A 的加速度，由胡克定律和牛顿定律可知：

$kx_2 = m_\mathrm{B}g\sin\theta$ ②

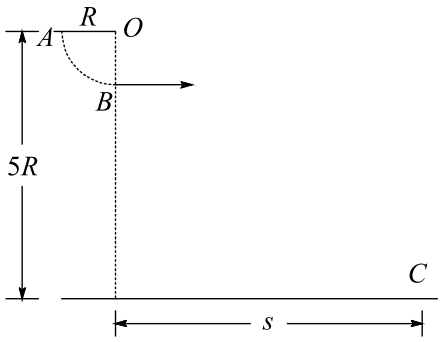
$F - m_\mathrm{A}g\sin\theta - kx_2 = m_\mathrm{A}a$ ③

由②③式可得 $a = \frac{F-(m_\mathrm{A}+m_\mathrm{B})g\sin\theta}{m_\mathrm{A}}$ ④

由题意：$d = x_1 + x_2$ ⑤

由①②⑤式可得 $d = \frac{(m_\mathrm{A}+m_\mathrm{B})g\sin\theta}{k}$

12. 如图所示，一对杂技演员（都视为质点）乘秋千（秋千绳处于水平位置）从 A 点由静止出发绕 O 点下摆，当摆到最低点 B 时，女演员在极短时间内将男演员沿水平方向推出，然后自己刚好能回到高处 A。求男演员落地点 C 与 O 点的水平距离 s。已知男演员质量 m_1 和女演员质量 m_2 之比 $\frac{m_1}{m_2} = 2$，秋千的质量不计，秋千的摆长为 R，C 点比 O 点低 $5R$。



$s = 8R$

设分离前男女演员在秋千最低点 B 的速度为 v_0，由机械能守恒定律

$(m_1 + m_2)gR = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v_0^2$

设刚分离时男演员速度的大小为 v_1，方向与 v_0 相同；女演员速度的大小为 v_2，方向与 v_0 相反，由动量守恒：

$(m_1 + m_2)v_0 = m_1v_1 - m_2v_2$

分离后，男演员做平抛运动，设男演员从被推出到落在 C 点所需的时间为 t，根据题给条件，由运动学规律：$4R = \frac{1}{2}gt^2$，$s = v_1t$

根据题给条件，女演员刚好回到 A 点，由机械能守恒定律，$m_2gR = \frac{1}{2}m_2v_2^2$

已知 $\frac{m_1}{m_2} = 2$，由以上各式可得 $s = 8R$