2005 年全国理综 I

1. 一质量为 m 的人站在电梯中，电梯加速上升，加速度大小为 $\frac{1}{3}g$，g 为重力加速度。人对电梯底部的压力为 (D)

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

> 对人进行受力分析，竖直向上的加速度为 $\frac{1}{3}g$，由牛顿第二定律得 $N-mg=\frac{1}{3}mg$，解得 $N=\frac{4}{3}mg$，由于人对电梯的压力与电梯对人的支持力为作用力和反作用力，故 D 正确。

2. 已知 π^+ 介子、π^- 介子都是由一个夸克（夸克 u 或夸克 d）和一个反夸克（反夸克 $\bar{\mathrm{u}}$ 或反夸克 $\bar{\mathrm{d}}$）组成的，它们的带电量如下表所示，表中 e 为元电荷。

	π^+	π^-	u	d	$\bar{\mathrm{u}}$	$\bar{\mathrm{d}}$
带电量	$+e$	$-e$	$+\frac{2}{3}e$	$-\frac{1}{3}e$	$-\frac{2}{3}e$	$+\frac{1}{3}e$

下列说法正确的是 (AD)

A. π^+ 由 u 和 $\bar{\mathrm{d}}$ 组成　　B. π^+ 由 d 和 $\bar{\mathrm{u}}$ 组成

C. π^- 由 u 和 $\bar{\mathrm{d}}$ 组成　　D. π^- 由 d 和 $\bar{\mathrm{u}}$ 组成

> 由于 π^+ 介子和 π^- 介子都带有一个单位的电荷电量，即 π^+ 介子带 $+e$、π^- 介子带 $-e$ 电量，由电荷数守恒可知 A、D 正确。

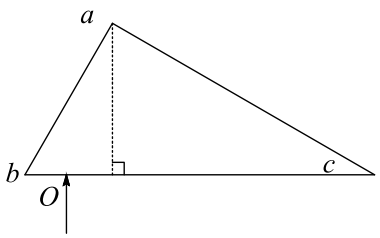
3. 把火星和地球绕太阳运行的轨道视为圆周。由火星和地球绕太阳运动的周期之比可求得 (CD)

A. 火星和地球的质量之比　　B. 火星和太阳的质量之比

C. 火星和地球到太阳的距离之比　　D. 火星和地球绕太阳运行速度大小之比

> 当行星绕太阳运动时，有 $G\frac{Mm}{R^2}=mR\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$，可得 $\frac{T^2}{R^3}=\frac{4\pi^2}{GM}=$ 恒量，故由火星与地球绕太阳的周期比可求两者环绕运行的半径比，故 C 正确；另由 $T=\frac{2\pi R}{v}$ 可得，已知两者的周期比和已求出的半径比，两者绕太阳运行的线速度比也可求解，故 CD 正确。

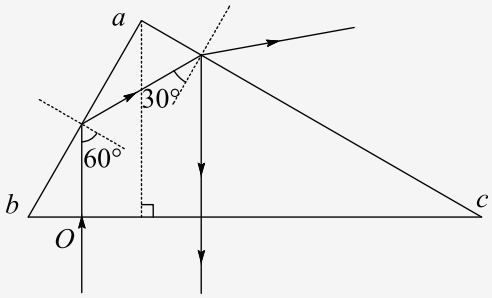
4. 图示为一直角棱镜的横截面，$\angle bac=90°$，$\angle abc=60°$。一平行细光束从 O 点沿垂直于 bc 面的方向射入棱镜。已知棱镜材料的折射率 $n=\sqrt{2}$，若不考虑原入射光在 bc 面上的反射光，则有光线 (BD)



A. 从 ab 面射出　　B. 从 ac 面射出

C. 从 bc 面射出，且与 bc 面斜交　　D. 从 bc 面射出，且与 bc 面垂直

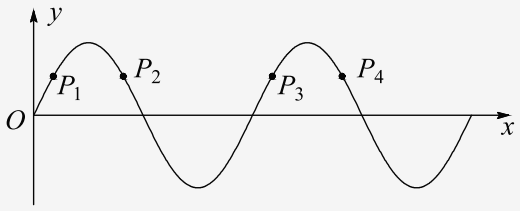
光路图如图所示，由题意可求介质的临界角为 $C = \arcsin\frac{1}{n} = \arcsin\frac{1}{\sqrt{2}} = 45°$，故 BD 正确。



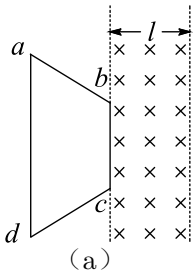
5. 一列沿 x 轴正方向传播的简谐横波，周期为 0.50 s。某一时刻，离开平衡位置的位移都相等的各质元依次为 P_1，P_2，P_3，$\cdots$。已知 P_1 和 P_2 之间的距离为 20 cm，P_2 和 P_3 之间的距离为 80 cm，则 P_1 的振动传到 P_2 所需的时间为 (C)

A. 0.50 s　　B. 0.13 s　　C. 0.10 s　　D. 0.20 s

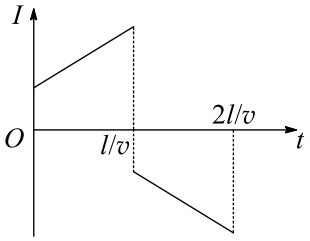
由题意可知，P_1 到 P_3 之间的距离为 1 个波长，即 $\lambda = 20\,\text{cm} + 80\,\text{cm} = 100\,\text{cm}$，故 $v = \frac{\lambda}{T} = 200\,\text{cm/s}$，所以 P_1 的振动传到 P_2 时所需时间 $t = \frac{s}{v} = \frac{20\,\text{cm}}{200\,\text{cm/s}} = 0.1\,\text{s}$，故 C 正确。



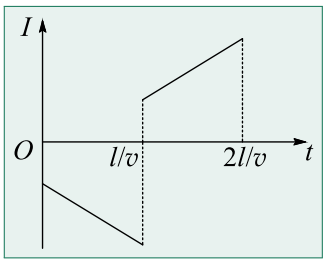
6. 如图 （a） 所示，两条平行虚线之间存在匀强磁场，虚线间的距离为 l，磁场方向垂直纸面向里。abcd 是位于纸面内的梯形线圈，ad 与 bc 间的距离也为 l。$t = 0$ 时刻，bc 边与磁场区域边界重合（如图）。现令线圈以恒定的速度 v 沿垂直于磁场区域边界的方向穿过磁场区域。取沿 a→b→c→d→a 的感应电流为正，则在线圈穿越磁场区域的过程中，感应电流 I 随时间 t 变化的图线可能是 (B)



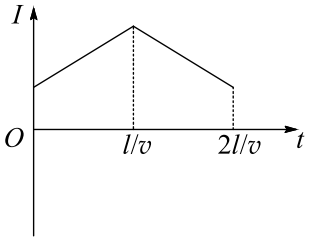
（a）



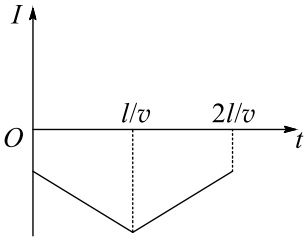
A.



B.



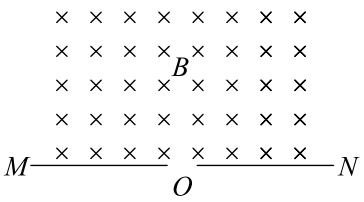
C.

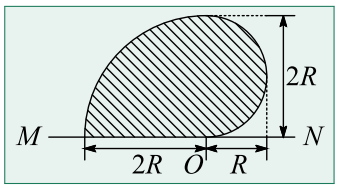


D.

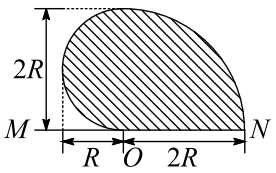
> 由楞次定律可得，线圈进磁场时电流方向为逆时针方向，出磁场时电流方向为顺时针方向，而无论线圈进磁场还是出磁场，线圈有效切割长度均增大，故感应电动势增大，而线圈电阻不变，感应电流增大，故 B 正确。

7. 如图，在一水平放置的平板 MN 的上方有匀强磁场，磁感应强度的大小为 B，磁场方向垂直于纸面向里。许多质量为 m 带电量为 $+q$ 的粒子，以相同的速率 v 沿位于纸面内的各个方向，由小孔 O 射入磁场区域。不计重力，不计粒子间的相互影响。下列图中阴影部分表示带电粒子可能经过的区域，其中 $R=\frac{mv}{qB}$。哪个图是正确的？(A)

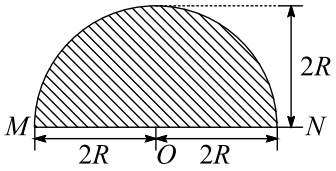




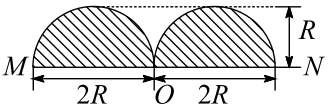
A.



B.



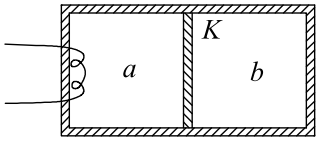
C.



D.

由题意可知，若粒子速度水平向右，则它在磁场中将向右做匀速圆周运动，且最远点离 O 点距离为 $2R$（竖直方向），当粒子速度方向竖直向上时，它在水平方向到达 O 点的最远距离为 $2R$，故 A 正确。

8. 如图所示，绝热隔板 K 把绝热的气缸分隔成体积相等的两部分，K 与气缸壁的接触是光滑的。两部分中分别盛有相同质量、相同温度的同种气体 a 和 b。气体分子之间相互作用势能可忽略。现通过电热丝对气体 a 加热一段时间后，a、b 各自达到新的平衡 (BCD)



A. a 的体积增大了，压强变小了

B. b 的温度升高了

C. 加热后 a 的分子热运动比 b 的分子热运动更激烈

D. a 增加的内能大于 b 增加的内能

由于 a 气体温度升高，压强增大，故气体将推动 K 向右运动，当达到新的平衡时，a、b 气体压强相等，此时 a 的体积增大，b 的体积减小，故 A 错误；由 $\frac{pV}{T}=$ 恒量可知，a 气体的压强增大，体积增大，故温度升高，由于 K 对气体 b 做功，故 b 气体内能增大，温度升高，故 B 正确；由于 a 的体积大于 b 的体积，且达到新的平衡后压强相同，单位体积内，a 气体的分子数小于 b 气体的分子数，所以加热后 a 的分子热运动比 b 的分子热运动更剧烈，故 C 正确；另外，由于加热前 a、b 气体温度相同，而加热后 a 的分子热运动大于 b，因此加热后 $T_a > T_b$，所以 a 增加的内能大于 b 增加的内能，故 D 正确。

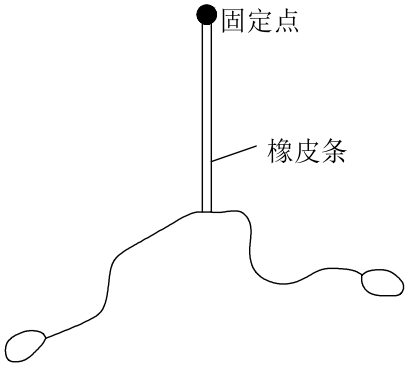
9. (1) 在“验证力的平行四边形定则”实验中，需要将橡皮条的一端固定在水平木板上，另一端系上两根细绳，细绳的另一端都有绳套（如图）。实验中需用两个弹簧秤分别勾住绳套，并互成角度地拉橡皮条。某同学认为在此过程中必须注意以下几项：

（A）两根细绳必须等长

（B）橡皮条应与两绳夹角的平分线在同一直线上

（C）在使用弹簧秤时要注意使弹簧秤与木板平面平行。

其中正确的是 C。



(2) 测量电源 B 的电动势 E 及内阻 r（E 约为 4.5 V，r 约为 1.5 Ω）。

器材：量程 3 V 的理想电压表 V，量程 0.5 A 的电流表 A（具有一定内阻），固定电阻 $R = 4\,\Omega$，滑线变阻器 R'，电键 K，导线若干。

① 画出实验电路原理图。图中各元件需用题目中给出的符号或字母标出。

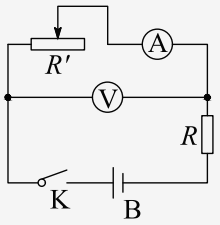
② 实验中，当电流表读数为 I_1 时，电压表读数为 U_1；当电流表读数为 I_2 时，电压表读数为 U_2。则可以求出 $E =$ ，$r =$ 。（用 I_1，I_2，U_1，U_2 及 R 表示）

(1) C。 (2) ①实验电路原理图如图。

②$E = \frac{I_1U_2 - I_2U_1}{I_1 - I_2}$，$r = \frac{U_2 - U_1}{I_1 - I_2} - R$。

（1）受力与细绳的长度无关，受力只与橡皮条伸长的长度有关，故 A 错误；橡皮条与两绳夹角的角平分线在同一直线上，即合力与分力的夹角相等，这是一种特殊情况，如果合力与分力的夹角不相等，照样可以验证实验，故 B 错误；如果弹簧秤与木板平面不平行的话，即会有分力不平行木板，则其合力也不平行木板，无法证明平行四边形定则，故 C 正确。

（2）①测量电源的电动势与内阻需使用限流电路，电压表为理想电压表，应将电流表内接与电压表。实验中两只电表都不能超出量程，要使电流表 A 不超出量程，即 $R_{总} \geq \frac{E}{I} = 9\,\Omega$，即外电路的总阻值必须大于 6.5 Ω 左右；电压表量程为 3 V，而电源电动势为 4.5 V，为同时保护两电表，应在电池外部接入固定电阻 R，设计的实验原理图如图所示。



②实验中，当电流表读数为 I_1 时，电压表读数为 U_1；当电流表读数为 I_2 时，电压表读数为 U_2，由闭合电路的欧姆定律得

$E = U_1 + I_1R + I_1r$，$E = U_2 + I_2R + I_2r$，

联立解得 $E = \frac{I_1U_2 - I_2U_1}{I_1 - I_2}$，$r = \frac{U_2 - U_1}{I_1 - I_2} - R$。

10. 原地起跳时，先屈腿下蹲，然后突然蹬地。从开始蹬地到离地是加速过程（视为匀加速），加速过程中重心上升的距离称为“加速距离”。离地后重心继续上升，在此过程中重心上升的最大距离称为“竖直高度”。现有下列数据：人原地上跳的“加速距离”$d_1 = 0.50\,\mathrm{m}$，“竖直高度”$h_1 = 1.0\,\mathrm{m}$；跳蚤原地上跳的“加速距离”$d_2 = 0.00080\,\mathrm{m}$，“竖直高度”$h_2 = 0.10\,\mathrm{m}$。假想人具有与跳蚤相等的起跳加速度，而“加速距离”仍为 $0.50\,\mathrm{m}$，则人上跳的“竖直高度”是多少？

$H = 62.5\,\mathrm{m}$

用 a 表示跳蚤起跳的加速度，v 表示离地时的速度，则对加速过程和离地后上升过程，分别有

$v^2 = 2ad_2$ ①，

$v^2 = 2gh_2$ ②，

若假想人具有和跳蚤相同的加速度 a，令 V 表示在这种假想下人离地时的速度，H 表示与此相应的竖直高度，则对加速过程和离地后上升过程，分别有

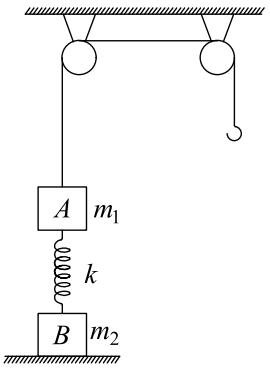
$V^2 = 2ad_1$ ③，

$V^2 = 2gH$ ④，

由以上各式可得 $H = \frac{h_2d_1}{d_2}$ ⑤，

代入数值解得 $H = 62.50\,\mathrm{m}$ ⑥。

11. 如图，质量为 m_1 的物体 A 经一轻质弹簧与下方地面上的质量为 m_2 的物体 B 相连，弹簧的劲度系数为 k，A、B 都处于静止状态。一条不可伸长的轻绳绕过轻滑轮，一端连物体 A，另一端连一轻挂钩。开始时各段绳都处于伸直状态，A 上方的一段绳沿竖直方向。现在挂钩上挂一质量为 m_3 的物体 C 并从静止状态释放，已知它恰好能使 B 离开地面但不继续上升。若将 C 换成另一个质量为 $(m_1 + m_3)$ 的物体 D，仍从上述初始位置由静止状态释放，则这次 B 刚离地时 D 的速度的大小是多少？已知重力加速度为 g。



$v=\sqrt{\frac{2m_1(m_1+m_2)g^2}{(2m_1+m_3)k}}$

开始时，A、B 静止，设弹簧压缩量为 x_1，由胡克定律和平衡条件得 $kx_1=m_1g$ ①，

挂 C 并释放后，C 向下运动，A 向上运动，设 B 刚要离地时弹簧伸长量为 x_2，由受力分析知

$kx_2=m_2g$ ②，

B 不再上升，表示此时 A 和 C 的速度为零，C 已降到其最低点。由机械能守恒，与初始状态相比，弹簧弹性势能的增加量为

$\Delta E=m_3g(x_1+x_2)-m_1g(x_1+x_2)$ ③，

C 换成 D 后，当 B 刚离地时弹簧势能的增量与前一次相同，由能量关系得

$\frac{1}{2}(m_3+m_1)v^2+\frac{1}{2}m_1v^2=(m_3+m_1)g(x_1+x_2)-m_1g(x_1+x_2)-\Delta E$ ④，

由③④式得

$\frac{1}{2}(2m_1+m_3)v^2=m_1g(x_1+x_2)$ ⑤，

由①②⑤式得

$v=\sqrt{\frac{2m_1(m_1+m_2)g^2}{(2m_1+m_3)k}}$ ⑥。

12. 图 1 中 B 为电源，电动势 $\varepsilon=27\,\mathrm{V}$，内阻不计。固定电阻 $R_1=500\,\Omega$，R_2 为光敏电阻。C 为平行板电容器，虚线到两极板距离相等，极板长 $l_1=8.0\times10^{-2}\,\mathrm{m}$，两极板的间距 $d=1.0\times10^{-2}\,\mathrm{m}$。S 为屏，与极板垂直，到极板的距离 $l_2=0.16\,\mathrm{m}$。P 为一圆盘，由形状相同、透光率不同的三个扇形 a、b 和 c 构成，它可绕 AA′ 轴转动。当细光束通过扇形 a、b、c 照射光敏电阻 R_2 时，R_2 的阻值分别为 $1000\,\Omega$、$2000\,\Omega$、$4500\,\Omega$。有一细电子束沿图中虚线以速度 $v_0=8.0\times10^6\,\mathrm{m/s}$ 连续不断地射入 C。已知电子电量 $e=1.6\times10^{-19}\,\mathrm{C}$，电子质量 $m=9.0\times10^{-31}\,\mathrm{kg}$。忽略细光束的宽度、电容器的充电放电时间及电子所受的重力。假设照在 R_2 上的光强发生变化时 R_2 阻值立即有相应的改变。

(1) 设圆盘不转动，细光束通过 b 照射到 R_2 上，求电子到达屏 S 上时，它离 O 点的距离 y。（计算结果保留二位有效数字）。

(2) 设转盘按图 1 中箭头方向匀速转动，每 3 秒转一圈。取光束照在 a、b 分界处时 $t=0$，试在图 2 给出的坐标纸上，画出电子到达屏 S 上时，它离 O 点的距离 y 随时间 t 的变化图线（$0\sim 6\,\mathrm{s}$ 间）。要求在 y 轴上标出图线最高点与最低点的值。（不要求写出计算过程，只按画出的图线评分。）

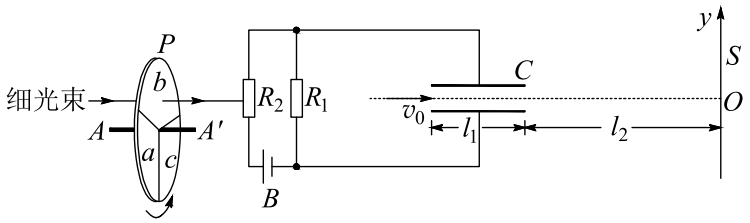


图 1

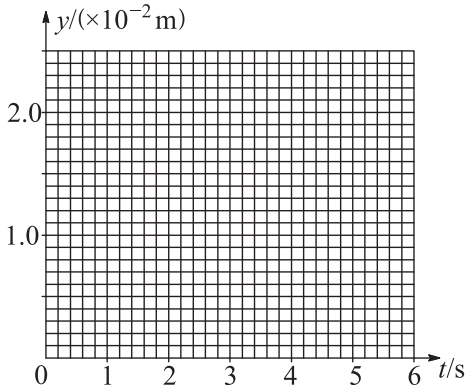


图 2

(1) $y=2.4\times10^{-2}\,\mathrm{m}$。 (2) 图线如图所示。

（1）设电容器 C 两板间的电压为 U，电场强度大小为 E，电子在极板间穿行时 y 方向上的加速度大小为 a，穿过 C 的时间为 t_1，穿出时电子偏转的距离为 y_1，由欧姆定律得

$U=\frac{\varepsilon R_1}{R_1+R_2}$ ①，

由运动学规律与牛顿第二定律得

$E=\frac{U}{d}$ ②，$eE=ma$ ③，$t_1=\frac{l_1}{v_0}$ ④，$y_1=\frac{1}{2}at_1^2$ ⑤，

联立解得 $y_1=\frac{e\varepsilon R_1 l_1^2}{2dmv_0^2(R_1+R_2)}$ ⑥，

代入数据得

$y_1=4.8\times10^{-3}\,\mathrm{m}$ ⑦，

由此可见 $y_1<\frac{1}{2}d$，电子可通过 C。

设电子从 C 穿出时，沿 y 方向的速度为 v_y，穿出后到达屏 S 所经历的时间为 t_2，在

此时间内电子在 y 方向移动的距离为 y_2，则有

$v_y = at_1$ ⑧，$t_2 = \frac{l_2}{v_0}$ ⑨，$y_2 = v_y t_2$ ⑩，

联立解得 $y_2 = \frac{e\varepsilon R_1 l_1 l_2}{dmv_0^2(R_1+R_2)}$ ⑪，

代入数据得

$y_2 = 1.92 \times 10^{-2}\,\mathrm{m}$ ⑫，

由题意 $y = y_1 + y_2 = 2.4 \times 10^{-2}\,\mathrm{m}$ ⑬。

（2）如图所示（$R_2 = 1000\,\Omega$ 时，电子未通过 C）。

