

|  |
| --- |
| 选择性必修第一册——练习册 |





[第一章 动量守恒定律 **1**](#bookmark1)

[第 1 讲 动量和冲量的基本概念 1](#bookmark2)

[第 2 讲 动量定理 2](#bookmark3)

[第 3 讲 用动量定理求解流体冲击力 4](#bookmark4)

[第 4 讲 动量守恒定律 6](#bookmark5)

[第 5 讲 动量守恒定律习题专讲 9](#bookmark6)

[第 6 讲 动量和能量的综合应用 11](#bookmark7)

[第 7 讲 弹性碰撞和非弹性碰撞 13](#bookmark8)

[第 8 讲 广义碰撞 15](#bookmark9)

[第 9 讲 反冲运动 17](#bookmark10)

[第 10 讲 实验：验证动量守恒定律 19](#bookmark11)

[第二章 机械振动 **22**](#bookmark12)

[第 1 讲 简谐运动 22](#bookmark13)

[第 2 讲 简谐运动的描述 24](#bookmark14)

[第 3 讲 简谐运动的回复力和能量 26](#bookmark15)

[第 4 讲 单摆 28](#bookmark16)

[第 5 讲 实验：用单摆测重力加速度 30](#bookmark17)

[第 6 讲 受迫振动共振 33](#bookmark18)

[第三章 机械波 **35**](#bookmark19)

[第 1 讲 波的形成 35](#bookmark20)

[第 2 讲 波的图像 37](#bookmark21)

[第 3 讲 波长、频率和波速 39](#bookmark22)

[第 4 讲 波的反射、折射、衍射和干涉 41](#bookmark23)

[第 5 讲 多普勒效应 43](#bookmark24)

[第四章 光 **45**](#bookmark25)

[第 1 讲 光的折射 45](#bookmark26)

[第 2 讲 全反射 47](#bookmark27)

[第 3 讲 光的干涉 49](#bookmark28)

[第 4 讲 实验：用双缝干涉测量光的波长 50](#bookmark29)

[第 5 讲 光的衍射、偏振和激光 53](#bookmark30)

第一章 动量守恒定律

第 **1** 讲 动量和冲量的基本概念

1. 质量为 1.0kg 的小球从高 20m 处自由下落到软垫上，反弹后上升的最大高度为 5.0m．小球与软垫接触 的时间为 1.0s，在接触时间内小球受到合力的冲量大小为(空气阻力不计， g 取 10m/s2)( )

A． 10N·s B．20N·s

C．30N·s D．40N·s

2. 质量为 0.2kg 的小球竖直向下以 6m/s 的速度落至水平地面．再以 4m/s 的速度反向弹回．取竖直向上为正 方向，在小球与地面接融的时间内， 关于小球的动量变化量 Dp 和合外力对小球做的功 W，下列说法正确 的是( )

A．Dp＝2kg×m/s ，W＝－2J B．Dp＝－2kg×m/s ，W＝2J

C．Dp＝0.4kg×m/s ，W＝－2J D．Dp＝－0.4kg×m/s ，W＝2J

3. 质量为 m 的物体以初速度 v0 开始做平抛运动， 经过时间 t，下降的高度为 h，速度变为 v；在这段时间内物 体动量变化量的大小不为( )

A．m(v－v0) B．mgt

 C．m√v 2 − v D．m√2gℎ

4. 恒力 F 作用在质量为 m 的物体上， 如图所示，由于地面对物体的摩擦力较大，没有被拉动，则经时间 t， 下列说法正确的是( )

A．拉力 F 对物体的冲量大小为 Ft

 B．拉力 F 对物体的冲量大小是 Ftcosθ

C．合力对物体的冲量大小为零

D．重力对物体的冲量大小是 mgt

5. 如图所示，足够长的固定光滑斜面倾角为 *θ*, 质量为 m 的物体以速度 v 从斜面底端冲上斜面，达到最高点 后又滑回原处，所用时间为 t。对于这一过程， 下列判断正确的是( )

A．斜面对物体的弹力的冲量为零

B．物体受到的重力的冲量大小为 mgt

C．物体受到的合力的冲量大小为零

 D．物体动量的变化量大小为 mgsinθ·t

6. 质量分别为 m1 和 m2 的两物体， 以相等的初动能沿水平方向运动。已知 m1 ＞m2，它们与地面间的动摩擦因 数相同， 两物体的初动量分别为 P1 和 P2 ，从运动到停止的时间分别为 t1 和 t2 ，则下列大小关系正确的是

( )

A．P1 ＞P2 B．P1 ＜P2

 C．t1 ＞t2 D．t1 ＜t2

第 **2** 讲 动量定理

1. 一个质量为 0.3kg 的弹性小球，在光滑水平面上以 6m/s 的速度垂直撞到墙上，碰撞后小球沿相反方向运动， 反弹后的速度大小与碰撞前相同．则碰撞过程中墙对小球的冲量大小 I 和对小球所做的功 *W* 分别为( )

A．*I*=0 B．*I*=3.6N•s

 C． *W*=0 D． *W*=10.8J

2. 如图所示，物块 *A* 和 *B* 的质量分别为 *m*A 、*m*B，*B* 置于水平面上，*A*、*B* 之间夹着一个轻弹簧(弹簧和两物块 均不相连)，现用手缓慢向下压 *A* 然后将 *A* 从静止释放，结果 *A* 离开弹簧时的速度为 *v*．设物块 *A* 从被释放到离 开弹簧所用的时间为 *t*，不计空气阻力，已知重力加速度为 *g*，则在 *t* 时间内地面对 *B* 的冲量大小为( )

A．*m*A*v*

B．*m*A*v*+*m*A*gt*

C．*m*A*v*－*m*A*gt*－*m*B*gt*

D．*m*A*v*+*m*A*gt*+*m*B*gt*

3. 如图所示，在光滑水平面上静止放着两个相互接触的木块 A 、B，质量分别为 m1 和 m2，今有一子弹水平穿 过两木块．设子弹穿过木块 A、B 的时间分别为 t1 和 t2，木块对子弹的阻力大小恒为 Ff，则子弹穿过两木块后，

木块 A 的速度大小是( )

A．  B.

C． ) D.

Fft1

m1 +m2

Ff(t1 +t2)

m1



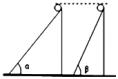
4. 如图所示质量为 m 的物块沿倾角为 θ 的斜面由底端向上滑去， 经过时间 t1 速度为零后下滑，又经过时间 t2 回到斜面底端， 在整个运动过程中， 重力对物块的总冲量为( )



A．0 B．mgsinθ(t1+t2)

C．mgsinθ(t1-t2) D．mg(t1+t2)

5. 如图所示， 两个质量相等的小球从同一高度沿倾角不同的两个光滑固定斜面由静止自由滑下， 下滑到达斜 面底端的过程中( )



A．两物体所受重力冲量相同

C．两物体到达斜面底端时时间相同

B．两物体所受合外力冲量不相同

D．两物体到达斜面底端时动量相同

6. 一质量为 *m* 的小球， 以初速度 *v*0 沿水平方向射出，恰好垂直地射到一倾角为 30°的固定斜面上，并立即沿

反方向弹回． 已知反弹速度的大小是入射速度大小的 ．求在碰撞过程中斜面对小球的冲量的大小.



第 3 讲 用动量定理求解流体冲击力

1. 2019 年 8 月 11 日超强台风“利奇马”登陆青岛，导致部分高层建筑顶部的广告牌损毁．台风“利奇马”登陆时 的最大风力为 11 级，最大风速为 30m/s．某高层建筑顶部广告牌的尺寸为：高 5m、宽 20m，空气密度 ρ=1.2kg/m3 ， 空气吹到广告牌上后速度瞬间减为 0，则该广告牌受到的最大风力约为( )



A ．3.9×103N

C ．1.0×104N

B ．1.2×105N

D ．9.0×l04N

2. 为估算雨水对伞面产生的平均撞击力，小明在大雨天将一底面为长方形的笔筒置于露台，笔筒底面积为

20cm2(筒壁厚度不计)，测得 1 分钟内杯中水位上升了 40mm，当时雨滴竖直下落速度约为 10m/s.若雨滴撞 击伞面后沿着伞面流下，雨水的密度约为 1×103kg/m，伞面的面积约为 0.8m2 ，据此估算当时雨水对伞面的平均 撞击力约为(雨水重力可忽略)( )



A ．0.5N

C ．2.5N

B ． 1.5N

D ．5N

3. 水力采煤是利用高速水流冲击煤层而进行的.假如煤层受到 3.6×106N/m2 的压强冲击即可被破碎,若高速水流 沿水平方向冲击煤层,不考虑水的反向溅射作用,则冲击煤层的水流速度至少应为( )

A ．30m/s B ．40m/s

C ．45m/s D ．60m/s

4. 2020 年新型冠状病毒主要传播方式为飞沫传播， 打喷嚏可以将飞沫喷到十米之外．有关专家研究得出打喷 嚏时气流喷出的速度可达 40m/s，假设打一次喷嚏大约喷出 50ml 的空气，用时约 0.02s ．已知空气的密度为 1.3kg/m3 ，估算打一次喷嚏人受到的平均反冲力为( )

A ． 13N B ．0.13N C ．0.68N D ．2.6N

5. 某城市创卫工人用高压水枪冲洗墙面上的广告， 如图所示， 若水柱截面为 S，水流以速 v 垂直射到墙面上， 之后水速减为零，已知水的密度为 p，则水对墙面的冲力为( )

A .

C .

psv

psv2

2

B .

D .

psv2

psv

2



6. 灌浆机可以将涂料以速度 v 持续喷在墙壁上，涂料打在墙壁上后完全附着在墙壁上．涂料的密度为p，墙壁 上涂料厚度每秒增加 u，不计涂料重力的作用，则喷涂料对墙产生的压强为( )

A .

C .

puv

pv

u

B .

pu

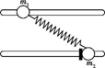
v

D ．

7. 2019 年 8 月， “法国哪吒”扎帕塔身背燃料包， 脚踩由 5 个小型涡轮喷气发动机驱动的“飞板”，仅用 22 分钟 就飞越了英吉利海峡 35 公里的海面．已知扎帕塔(及装备)的总质量为 120kg，设发动机启动后将气流以 6000m/s 的恒定速度从喷口向下喷出，则当扎帕塔(及装备)悬浮在空中静止时，发动机每秒喷出气体的质量为(不考虑喷 气对总质量的影响，取 g=10m/s2)( )



A ．0.02kg B ．0.20kg C ．0.50kg D ．5.00kg

第 **4** 讲 动量守恒定律

1. 停在静水中的船质量 180kg，长 12m，不计水的阻力，当质量为 60kg 的人从船尾走到船头得过程中船

后退的距离是多少( )

A ．3m B ．[4m](#bookmark31)

 C ．5m D ．6m

2. 太阳放出的大量中微子向地球飞来，但实验测定的数目只有理论的三分之一，后来科学家发现中微子 在向地球传播过程中衰变成一个 μ 子和一个 τ 子．若在衰变过程中 μ 子的速度方向与中微子原来的方向相 反， 则 τ 子的运动方向( )

A ．一定与 μ 子同方向

B ．一定与 μ 子反方向

C ．一定与 μ 子在同一直线上

 D ．可能与 μ 子不在同一直线上

3. 木块a和b用一根轻弹簧连接起来，放在光滑水平面上，紧靠在墙壁上，在b上施加向左的水平力使弹 簧压缩，如图所示， 当撤去外力后， 下列说法中正确的是( )

A ．a尚未离开墙壁前， a和b组成的系统的动量守恒

B ．a尚未离开墙壁前， a和b组成的系统的动量不守恒

C ．a离开墙壁后， a和b组成的系统动量守恒

D ．a离开墙壁后， a和b组成的系统动量不守恒

4. 如图所示，水平光滑轨道宽和弹簧自然长度均为 d．m2 的左边有一固定挡板．m1 由图示位置静止释放， 当 m1 与 m2 相距最近时 m1 速度为 v1 ，则在以后的运动过程中( )

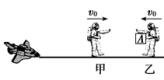
A ．m1 的最小速度是 0

B ．m1 的最小速度是v1

C ．m2 的最大速度是 v1

D ．m2 的最大速度是v1

5. 如图所示，甲、乙两名宇航员正在离空间站一定距离的地方执行太空维修任务．某时刻甲、乙都以大 小为 v0 ＝2m/s 的速度相向运动， 甲、乙和空间站在同一直线上且可当成质点．甲和他的装备总质量为 M1 =90kg，乙和他的装备总质量为 M2 ＝135kg，为了避免直接相撞， 乙从自己的装备中取出一质量为 m = 45kg 的物体 A 推向甲，甲迅速接住 A 后即不再松开，(设甲、乙距离空间站足够远， 本题中的速度均指相 对空间站的速度)则： 乙要至少以多大的速度 v(相对于空间站)将物体 A 推出，才能避免与甲相撞？



6. 如图所示， 用长为 R 的不可伸长的轻绳将质量为的小球 A 悬挂于 O 点．在光滑的水平地面上，质量 为 m 的小物块 B(可视为质点)置于长木板 C 的左端静止．将小球 A 拉起，使轻绳水平拉直，将 A 球由静 止释放，运动到最低点时与小物块 B 发生弹性正碰.

(1)求碰后轻绳与竖直方向的最大夹角 θ 的余弦值.

(2)若长木板 C 的质量为 2m，小物块 B 与长木板 C 之间的动摩擦因数为 μ, 长木板 C 的长度至少为多 大，小物块 B 才不会从长木板 C 的上表面滑出？



7. 一轻质弹簧一端连着静止的物体 B，放在光滑的水平面上，静止的物体 A 被水平速度为 v0 的子弹射中 并且嵌入其中， 随后一起向右运动压缩弹簧， 已知物体 A 的质量是物体 B 的质量的，子弹的质量是物体

B 的质量的，求：

(1)物体 A 被击中后的速度大小；

(2)弹簧压缩到最短时 B 的速度大小.



第 **5** 讲 动量守恒定律习题专讲

1. 如图所示， 光滑水平面上， 甲、乙两个球分别以大小为v1=1m/s 、v2=2m/s 的速度做相向运动，碰撞后两球 粘在一起以 0.5m/s 的速度向左运动， 则甲、乙两球的质量之比为( )



A． 1：1

C． 1：3

B． 1：2

D．2：1

2. 向空中发射一枚炮弹， 不计空气阻力， 当此炮弹的速度恰好沿水平方向时， 炮弹炸裂成 a 、b 两块， 若质量 较大的 a 的速度方向仍沿原来的方向，则有( )

A．b 的速度方向一定与炸裂前瞬间的速度方向相反

B．从炸裂到落地的这段时间内， a 飞行的水平距离一定比 b 的大

C．a 、b 一定同时到达水平地面

D．炸裂的过程中， a 、b 动量的变化量大小一定不相等

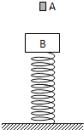
3. 如图所示，有 A 、B 两质量为 M=100kg 的小车，在光滑水平面以相同的速率 v0=2m/s 在同一直线上相对运 动， A 车上有一质量为 m=50kg 的人至少要以多大的速度(对地)从 A 车跳到 B 车上，才能避免两车相撞？



4. 如图所示，竖直放置的轻弹簧， 一端固定于地面， 另一端与质量为 3kg 的物体 B 固定在一起，质量为 1kg 的物体 A 置于 B 的正上方 5cm 处静止．现让 A 自由下落(不计空气阻力)，和 B 发生碰撞， 碰撞时间极短，

碰撞后粘在一起． 已知碰后经 0.2s 下降了 5cm 至最低点，弹簧始终处于弹性限度内(*g* 取 10m/s2)求： ①从碰后到最低点的过程中弹性势能的增加量ΔEp；

②从碰后至返回到碰撞点的过程中， 弹簧对物体 B 冲量的大小.

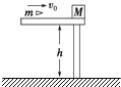


5. 如图所示，水平地面上有两个静止的小物块 a 和 b，其连线与墙垂直： a 和 b 相距 l ；b 与墙之间也相距 l；

a 的质量为 m，b 的质量为m，两物块与地面间的动摩擦因数均相同， 现使 a 以初速度v0 向右滑动， 此后 a 与 b 发生弹性碰撞，但 b 没有与墙发生碰撞，重力加速度大小为 g，求物块与地面间的动摩擦力因数满足的条 件.



6. 如图所示， 一质量为 M=1.2kg 的物块静止在桌面边缘， 桌面离水平地面的高度为 h=1.8m．一质量为 m=20g 的子弹以水平速度 v0=100m/s 射入物块，在很短的时间内以水平速度穿出． 已知物块落地点离桌面边缘的水平 距离 x 为 0.9m，取重力加速度 g=10m/s2 ，求子弹穿出物块时速度 v 的大小.



7. 在光滑的水平面上，质量为 m1 的小球甲以速率 v0 向右运动．在小球甲的前方 A 点处有一质量为 m2 的小球

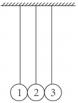
乙处于静止状态，如图所示．甲与乙发生正碰后均向右运动．乙被墙壁 C 弹回后与甲在 B 点相遇， = 2．已

知小球间的碰撞及小球与墙壁之间的碰撞均无机械能损失，求甲、乙两球的质量之比 .



第 **6** 讲 动量和能量的综合应用

1. 在同一竖直平面内， 3 个完全相同的小钢球(1 号、2 号、3 号)悬挂于同一高度； 静止时小球恰能接触且悬 线平行， 如图所示．在下列实验中， 悬线始终保持绷紧状态， 碰撞均为对心正碰．以下分析正确的是( )



A．将 1 号移至高度ℎ释放， 碰撞后， 观察到 2 号静止、3 号摆至高度ℎ . 若 2 号换成质量不同的小钢球， 重 复上述实验， 3 号仍能摆至高度ℎ

B．将 1 、2 号一起移至高度ℎ释放， 碰撞后， 观察到 1 号静止， 2 、3 号一起摆至高度ℎ, 释放后整个过程机 械能和动量都守恒

C．将右侧涂胶的 1 号移至高度ℎ释放， 1 、2 号碰撞后粘在一起， 根据机械能守恒， 3 号仍能摆至高度ℎ

D．将 1 号和右侧涂胶的 2 号一起移至高度ℎ释放， 碰撞后， 2 、3 号粘在一起向右运动，未能摆至高度ℎ , 释放后整个过程机械能和动量都不守恒

2. 如图所示， 在光滑水平地面上有两个完全相同的小球 A 和 B ，它们的质量都为 m．现 B 球静止， A 球以速

度 v0 与 B 球发生正碰，针对碰撞后的动能下列说法中正确的是( )

A．B 球动能的最大值是 

B．B 球动能的最大值是 

C．系统动能的最小值是 0

D．系统动能的最小值是 

3. 如图所示，物块 *A* 和 *B* 通过一根轻质不可伸长的细绳连接， 跨放在质量不计的光滑定滑轮两侧， 质量分别 为 *mA*=2kg、*mB*=1kg．初始时 *A* 静止与水平地面上， *B* 悬于空中．先将 *B* 竖直向上再举高 *h*=1.8m(未触及滑轮)然 后由静止释放．一段时间后细绳绷直，*A*、*B* 以大小相等的速度一起运动，之后*B* 恰好可以和地面接触．取*g*=10m/s2.

(1)*B*从释放到细绳绷直时的运动时间 *t*；

(2)*A* 的最大速度 *v* 的大小；

(3)初始时 *B* 离地面的高度 *H*.



4. 如图，光滑冰面上静止放置一表面光滑的斜面体，斜面体右侧一蹲在滑板上的小孩和其面前的冰块均静止

于冰面上．某时刻小孩将冰块以相对冰面 3m/s 的速度向斜面体推出， 冰块平滑地滑上斜面体， 在斜面体上 上升的最大高度为h=0.3m(h 小于斜面体的高度)．已知小孩与滑板的总质量为m1=30kg，冰块的质量为m2=10kg ， 小孩与滑板始终无相对运动．取重力加速度的大小 g=10m/s2.

(i)求斜面体的质量；

(ii)通过计算判断，冰块与斜面体分离后能否追上小孩？



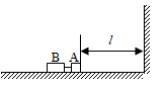
5. 静止在水平地面上的两小物块 A、B，质量分别为 mA=l.0kg，mB=4.0kg；两者之间有一被压缩的微型弹簧， A 与其右侧的竖直墙壁距离 l=1.0m，如图所示．某时刻，将压缩的微型弹簧释放， 使 A 、B 瞬间分离，两 物

块获得的动能之和为 Ek=10.0J．释放后， A 沿着与墙壁垂直的方向向右运动．A 、B 与地面之间的动摩擦因数均 为 u=0.20．重力加速度取 g=10m/s² . A 、B 运动过程中所涉及的碰撞均为弹性碰撞且碰撞时间极短.

(1)求弹簧释放后瞬间 A 、B 速度的大小；

(2)物块 A 、B 中的哪一个先停止？该物块刚停止时 A 与 B 之间的距离是多少？

(3)A 和 B 都停止后， A 与 B 之间的距离是多少？



第 **7** 讲 弹性碰撞和非弹性碰撞

1. 下列关于碰撞的理解正确的是( )

A ．碰撞是指相对运动的物体相遇时，在极短时间内它们的运动状态发生了显著变化的过程

B ．在碰撞现象中，一般内力都远大于外力，所以可以认为碰撞时系统的动能守恒 C ．如果碰撞过程中机械能守恒， 这样的碰撞叫做非弹性碰撞

D ．微观粒子的相互作用由于不发生直接接触，所以不能称其为碰撞

2. 水平面上，一白球与一静止的灰球碰撞，两球质量相等．碰撞过程的频闪照片如图所示，据此可推断， 碰撞过程中系统损失的动能约占碰撞前动能的( )



A ．30% B ．50% C ．70% D ．90%

3. 如图所示，B 、C 、D 、E 、F5 个小球并排放置在光滑的水平面上，B 、C 、D 、E4 个小球质量相等，而

F 的质量小于 B 的质量，A 的质量等于 F 的质量．A 以速度 v0 向右运动，所发生的碰撞均为弹性碰 撞，则碰撞之后( )



A ．3 个小球静止，3 个小球运动

B ．4 个小球静止， 2 个小球运动

C ．5 个小球静止， 1 个小球运动

D ．6 个小球都运动

4. 在光滑水平面上，有两个小球 A 、B 沿同一直线同向运动(B 在前)，已知碰前两球的动量分别为 pA ＝12kg·m/s 、pB ＝13kg·m/s，碰后它们动量的变化分别为 ΔpA 、ΔpB ．下列数值可能正确的是( )

A . ΔpA ＝－3kg·m/s 、ΔpB ＝3kg·m/s

B . ΔpA ＝3kg·m/s 、ΔpB ＝－3kg·m/s

C . ΔpA ＝－24kg·m/s 、ΔpB ＝24kg·m/s

D . ΔpA ＝24kg·m/s 、ΔpB ＝－24kg·m/s

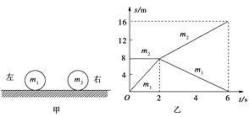
5. 质量为 m 的小球 A 在光滑的水平面上以速度 v 与静止在光滑水平面上的质量为 2m 的小球 B 发生正

碰，碰撞后，A 球的动能变为原来的，那么碰撞后 B 球的速度大小可能是( )

A ．v B ．v

C ．v D ．v

6. 如图甲所示，在光滑水平面上的两小球发生正碰．小球的质量分别为 m1 和 m2 ．图乙为它们碰撞前后 的 s－t(位移时间)图象．已知 m1 ＝0. 1kg ．由此可以判断( )



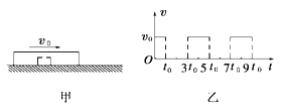
A ．碰前 m2 静止， m1 向右运动

B ．碰后 m2 和 m1 都向右运动

C ．m2 ＝0.3kg

D ．碰撞过程中系统损失了 0.4J 的机械能

7. 一个物体静置于光滑水平面上， 外面扣一质量为 M 的盒子， 如图甲所示．现给盒子一初速度 v0 ，此 后，盒子运动的 v－t 图象呈周期性变化， 如图乙所示，据此可知盒内物体的质量是 .

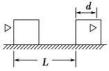


8. 如图所示， 在光滑水平面上使滑块 A 以 2m/s 的速度向右运动， 滑块 B 以 4m/s 的速度向左运动并与滑 块 A 发生碰撞， 已知滑块 A 、B 的质量分别为 1kg 、2kg，滑块 B 的左侧连有轻弹簧， 求：

(1)当滑块 A 的速度减为 0 时，滑块 B 的速度大小；

(2)两滑块相距最近时滑块 B 的速度大小.



第 **8** 讲 广义碰撞

1. 如图， 用长为的轻绳悬挂一质量为 *M* 的沙箱，沙箱静止．一质量为 *m* 的弹丸以速度v水平射入沙箱并留在 其中，随后与沙箱共同摆动一小角度．不计空气阻力．对子弹射向沙箱到与其共同摆过一小角度的过程( )

A．若保持 *m、v* 、不变， *M* 变大，则系统损失的机械能变小

B．若保持 *M、v* 、不变， *m* 变大，则系统损失的机械能变小

C．若保持 *M、m* 、不变， *v* 变大，则系统损失的机械能变大

D．若保持 *M、m* 、*v* 不变， 变大，则系统损失的机械能变大

2. 如图所示，木块静止在光滑水平桌面上， 一子弹水平射入木块的深度为 d 时， 子弹与木块相对静止，在子 弹入射的过程中，木块沿桌面移动的距离为 L，木块对子弹的平均阻力为 Ff，那么在这一过程中不正确的是( )

A．木块的机械能增量为 FfL

B．子弹的机械能减少量为 Ff(L＋d)

C．系统的机械能减少量为 Ffd

D．系统的机械能减少量为 Ff(L＋d)

3. 质量为 ma=1kg，mb=2kg 的小球在光滑的水平面上发生碰撞， 碰撞前后两球的位移 -时间图象如图所示，则 可知碰撞属于( )

A．弹性碰撞

B．非弹性碰撞

C．完全非弹性碰撞

D．条件不足， 不能判断

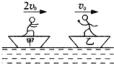
4. 在光滑的水平面上，质量为 2kg 的甲球以速度 v0 与乙球发生正碰，弹性碰撞后，乙球的动量减少了 6kg•m/s， 则碰后甲球的速度为( )

A．*v*0 -3 B．3+*v*0

 C．*v*0 -12 D． 12+*v*0

5. 如图所示，甲、乙两船的总质量(包括船、人和货物)分别为 10m 、12m，两船沿同一直线同一方向运动， 速

率分别为 2v0、v0，为避免两船相撞， 乙船上的人将一质量为 m 的货物沿水平方向抛向甲船， 甲船上的人将 货物接住．不计水的阻力．则抛出货物的最小速率是( )



A．*v*0 B．2*v*0 C．3*v*0 D．4*v*0

6. 向空中发射一枚炮弹， 不计空气阻力， 当此炮弹的速度恰好沿水平方向时， 炮弹炸裂成 a 、b 两块， 若质量 较大的 a 的速度方向仍沿原来的方向，则有( )

A．b 的速度方向一定与炸裂前瞬间的速度方向相反

B．从炸裂到落地的这段时间内， a 飞行的水平距离一定比 b 的大

C．a 、b 一定同时到达水平地面

D．炸裂的过程中， a 、b 动量的变化量大小一定不相等

7. 如图所示，光滑水平直轨道上两滑块 A 、B 用橡皮筋连接， A 的质量 m．开始时橡皮筋松弛，B 静止，给

A 向左的初速度 v0．一段时间后， B 与 A 同向运动发生碰撞并粘在一起．碰撞后的共同速度是碰撞前瞬间 A 的速度的两倍， 也是碰撞前瞬间 B 的速度的一半．求：

(1)B 的质量；

(2)碰撞过程中 A 、B 系统机械能的损失.



第 **9** 讲 反冲运动

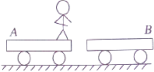
1. 如图所示， 两辆质量均为 M 的小车 A 和 B 置于光滑的水平面上， 有一质量为 m 的人静止站在 A 车 上，两车静止．若这个人自 A 车跳到 B 车上，接着又跳回 A 车并与 A 车相对静止， 则此时 A 车和 B

车的速度之比为( )

A ． M B .

M+m

C ． D .



m

M+m

m+M

M

2. 质量为 m、半径为 R 的小球， 放在半径为 2R、质量为 2m 的大空心球内， 大球开始静止在光滑水平面 上．当小球从如图所示的位置无初速度沿内壁滚到最低点时， 大球移动的距离是( )



A R B R

. 2 ． 3

C ． D ．

3. 火箭能在没有空气的太空中加速运行是因为火箭向后喷出高温高压气体，这时火箭受到 力的 作用而加速飞行，如果火箭要做减速运动，它应向着 方喷气.

4. 新华社西昌 3 月 10 日电“芯级箭体直径 9.5 米级、近地轨道运载能力 50 吨至 140 吨、奔月转移轨道运 载能力 15 吨至 50 吨、奔火(火星)转移轨道运载能力 12 吨至 44 吨……”这是我国重型运载火箭长征九号研 制中的一系列指标，已取得阶段性成果，预计将于 2030 年前后实现首飞．火箭点火升空，燃料连续燃烧的 燃气以很大的速度从火箭喷口喷出， 火箭获得推力．下列观点正确的是( )

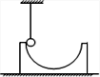
A ．喷出的燃气对周围空气的挤压力就是火箭获得的推力

B ．因为喷出的燃气挤压空气，所以空气对燃气的反作用力就是火箭获得的推力

C ．燃气被喷出瞬间， 火箭对燃气的作用力就是火箭获得的推力

D ．燃气被喷出瞬间， 燃气对火箭的反作用力就是火箭获得的推力

5. 如图所示， 光滑圆槽质量为 M，半径为 R，静止在光滑水平面上， 其表面有一小球 m 竖直吊在恰好位 于圆槽的边缘处，如将悬线烧断，小球滑动到另一边最高点的过程中， 下列说法正确的是( )



A ．小球与圆槽组成的系统动量守恒

B ．小球运动到圆槽最低点的速度为√2gR

C ．圆槽轨道向左移动2mR 

M+m

D ．圆槽轨道先向左移动后向右移动

6. 竖直发射的火箭质量为 6×103kg．已知每秒钟喷出气体的质量为 200kg．若要使火箭获得 20.2m/s2 的向 上加速度， 则喷出气体的速度大小应为( )

A ．700m/s B ．800m/s

C ．900m/s D ．1000m/s

7. 某人从岸上以相对岸的水平速度 v0 跳到一条静止的小船上，使小船以速度 v1 开始运动； 如果此人从 这条静止的小船上以同样大小的水平速度 v0 相对小船跳离小船，小船的反冲速度的大小为 v2，则两者的大 小关系( )

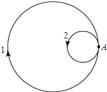
A ．v1＞v2

B ．v1=v2

C ．v1＜v2

D ．条件不足，无法判断

8. 实验观察到， 静止在匀强磁场中 A 点的原子核发生 β 衰变， 衰变产生的新核与电子恰在纸面内做匀速 圆周运动， 运动方向和轨迹示意如图．则( )



A ．轨迹 1 是电子的， 磁场方向垂直纸面向外

B ．轨迹 2 是电子的， 磁场方向垂直纸面向外

C ．轨迹 1 是新核的， 磁场方向垂直纸面向里

D ．轨迹 2 是新核的， 磁场方向垂直纸面向里

第 **10** 讲 实验：验证动量守恒定律

1. 小明同学利用如图所示装置验证动量守恒定律．实验步骤如下：



①将光电门 1 、2 分别固定在气垫导轨左右两侧， 打开电源，调节气垫导轨水平；

②将两个宽度均为 d 的挡光片分别安装在甲、乙两滑块上；

③把两个滑块用细线连接， 中间夹一被压缩的弹簧；

④烧断细线，观察滑块两滑块的运动情况；

⑤当滑块上的挡光片经过光电门时， 分别用光电计时器测得光线被甲、乙两挡光片遮住的时间 t1 、t2； ⑥分别求出相互作用前后的总动量， 进行比较.

根据实验步骤， 回答下列问题：

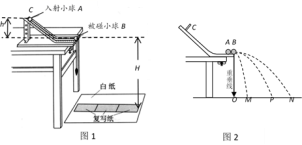
(1)为了完成实验，还需要的测量工具有 (填选项前的字母代号)

A．毫米刻度尺 B．游标卡尺 C．天平 D．秒表

(2)写出还需要测量的物理量和符号 ；

(3)实验所要验证的表达式为 .

2. 如图 1 所示， 在“验证动量守恒定律”实验中，A 、B 两球半径相同．先让质量为 m1 的 A 球从斜槽上某一固 定位置 C 由静止开始滚下，从轨道末端抛出， 落到位于水平地面的复写纸上， 在下面的白纸上留下痕迹．重 复上述操作 10 次，得到 10 个落点痕迹．再把质量为 m2 的 B 球放在水平轨道末端，让 A 球仍从位置 C 由 静止滚下，A 球和 B 球碰撞后，分别在白纸上留下各自的落点痕迹，重复操作 10 次．M 、P 、N 为三个落 点的平均位置， 未放 B 球时，A 球的落点是 P 点，O 点是轨道末端在记录纸上的竖直投影点， 如图 2 所示.



(1)为了尽量减小实验误差， A 球碰后要沿原方向运动，两个小球的质量应满足 m1 m2(选填“>”或“<”).

(2)实验中， 不容易直接测定小球碰撞前后的速度．但是，可以通过仅测量 (填选项前的符号)，间接地 解决这个问题.

A．小球开始释放高度 h

B．小球抛出点距地面的高度 H

C．小球做平抛运动的水平位移

(3)关于本实验的条件和操作要求，下列说法正确的是 .

A．斜槽轨道必须光滑

B．斜槽轨道末端必须水平

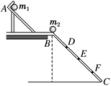
C．B 球每次的落点一定是重合的

D．实验过程中，复写纸和白纸都可以移动

(4)已知 A 、B 两个小球的质量 m1 、m2 ，三个落点位置与 O 点距离分别为 OM 、OP 、ON．在实验误差允许

范围内， 若满足关系式 ，则可以认为两球碰撞前后的总动量守恒.

3. 为了验证碰撞中的动量守恒和检验两个小球的碰撞是否为弹性碰撞，某同学选取了两个体积相同、质量不 相等的小球，按下述步骤做了如下实验：



①用天平测出两个小球的质量(分别为 m1 和 m2 ，且 m1 ＞m2).

②按照如图所示的那样，安装好实验装置．将斜槽 AB 固定在桌边，使槽的末端处的切线水平，将一斜面 BC 连接在斜槽末端.

③先不放小球 m2 ，让小球 m1 从斜槽顶端 A 处由静止开始滚下，记下小球在斜面上的落点位置.

④将小球 m2 放在斜槽末端边缘处，让小球 m1 从斜槽顶端 A 处由静止开始滚下，使它们发生碰撞，记下小 球 m1 和 m2 在斜面上的落点位置.

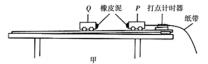
⑤用毫米刻度尺量出各个落点位置到斜槽末端点 B 的距离， 图中 D、E、F 点是该同学记下的小球在斜面上 的几个落点位置，到 B 点的距离分别为 LD 、LE 、LF .

(1)小球 m1 和 m2 发生碰撞后， m1 的落点是图中的 点；

(2)用测得的物理量来表示， 只要满足关系式 ，则说明碰撞中动量守恒；

(3)用测得的物理量来表示， 只要再满足关系式 ，则说明两小球的碰撞是弹性碰撞.

4. 用如图甲所示的装置验证动量守恒定律，小车 P 的前端粘有橡皮泥，后端连接通过打点计时器的纸带，在 长木板右端垫放木块以平衡摩擦力， 推一下小车 P，使之运动， 与静止的小车 Q 相碰粘在一起， 继续运动.



(1)实验获得的一条纸带如图乙所示，根据点迹的不同特征把纸带上的点进行了区域划分， 用刻度尺测得各 点到起点 A 的距离．根据碰撞前后小车的运动情况，应选纸带上 段来计算小车 P 的碰前速度.

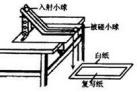


(2)测得小车 P(含橡皮泥)的质量为m1 ，小车 Q(含橡皮泥)的质量为m2 ，如果实验数据满足关系式 ， 则可验证小车 P 、Q 碰撞前后动量守恒.

(3)如果在测量小车 P 的质量时，忘记粘橡皮泥，则所测系统碰前的动量P1 与系统碰后的动量P2 相比，则

\_\_\_\_\_\_\_\_ 1(填“ ＜ ”、“ ＞ ”或“=”)

5. 如图所示，在做“碰撞中的动量守恒”实验中，



(1)下列测定入射小球和被碰小球在碰撞前后的速度的方法或原理正确的是

A ．用秒表测出时间 t，用刻度尺测出位移 s，用v = 求出速度

B ．测出打点计时器在纸带上打下的点间距离 s1 、s2 ，用v = 求出速度

C ．用小球离开桌面后的水平射程 x 来代替速度

D ．测出小球下落高度 h，用v = √2gℎ求出速度

(2)下面是本实验部分测量仪器或工具，需要的是

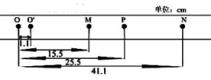
A ．秒表 B ．天平 C ．刻度尺 D ．弹簧秤

(3)完成本实验， 下列必须要求的条件是

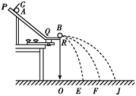
A ．斜槽轨道必须光滑以减少误差 B ．斜槽轨道末端的切线必须水平

C ．入射球和被碰球的质量必须相等 D ．入射球每次必须从轨道的同一位置由静止滚下

(4)某次实验中得出的落点情况如图所示， 假设碰撞过程中动量守恒， 则入射小球质量 m1 和被碰小球质量 m2 之比为 .



6. 在“探究碰撞中的守恒量”实验中， 某同学用如图所示装置探究 A、B 两球在碰撞中系统动量是否守恒．实验 中选取两个半径相同、质量不等的小球， 实验装置和具体做法如下： 图中 PQ 是斜槽， QR 为水平槽， 实验 时先将 A 球从斜槽上某一固定位置 G 由静止释放， 落到位于水平地面的记录纸上， 留下痕迹．重复上述操 作 10 次，得到 10 个落点痕迹．再把 B 球放在水平槽上靠近槽末端的地方，将 A 球仍从位置 G 由静止释 放， 和 B 球碰撞后，A、B 球分别在记录纸上留下各自的落点痕迹．重复这种操作 10 次，并画出实验中 A 、 B 两小球落点的平均位置． 图中 F 、E 点是 A 碰 B 球前后的平均落点，J 是 B 球的平均落点， O 点是水平 槽末端 R 在记录纸上的垂直投影点．依据上述实验装置和做法， 回答下面问题：



(1)两小球的质量 m1 、m2 应满足 m1 m2(填写“>” 、“=”或“<”)；

(2)现有下列器材，为完成本实验，必需的是 ；

A ．秒表 B ．刻度尺 C ．天平 D ．学生电源

(3)如果碰撞中系统动量守恒，根据图中各点间的距离， 则下列式子正确的是 .

A ．mA OF + mAOE = mBOJ B ．mA OF = mAOE − mB OJ

C ．mA OF = mAOE + mBOJ D ．mAOE = mA OF + mB OJ

第二章 机械振动

第 **1** 讲 简谐运动

1. 做简谐振动的物体经过与平衡位置对称的两个位置时， 可能相同物理量是( )

A．位移 B．速度 C．加速度 D． 回复力

2. 如图是光滑水平面上的一个弹簧振子．把振子由平衡位置 O 拉到右方位置 B ，再放开，它就沿着水平面在 B 、C 之间不停地振动， 振动周期是 0.4s．若在振子由 C 向 B 运动经 O 点时开始计时， 则 t＝0.15s 时( )



A．振子正从 C 向 O 运动 B．振子正从 O 向 B 运动

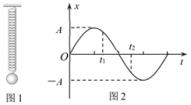
C．振子正从 O 向 C 运动 D．振子正从 B 向 O 运动

3. 质点做简谐运动，在其加速度减小的过程中，该质点( )

A．正向平衡位置运动，速度增大 B．正向平衡位置运动，速度减小

C．正远离平衡位置运动， 速度增大 D．正远离平衡位置运动， 速度减小

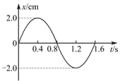
4. 如图 1 所示， 轻弹簧上端固定， 下端悬吊一个钢球， 把钢球从平衡位置向下拉下一段距离 A，由静止释放。 以钢球的平衡位置为坐标原点，竖直向上为正方向建立 x 轴，当钢球在振动过程中某一次经过平衡位置时 开始计时， 钢球运动的位移—时间图像如图 2 所示。已知钢球振动过程中弹簧始终处于拉伸状态， 则( )



A．t1 时刻钢球处于超重状态 B．t2 时刻钢球的速度方向向上

C．t1 ~t2 时间内钢球的动能逐渐增大 D．t1 ~t2 时间内钢球的机械能逐渐减小

5. 一质点做简谐运动，其相对于平衡位置的位移 x 与时间 t 的关系图线如图所示， 由图可知( )



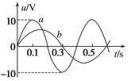
A．质点振动的频率为 1.6Hz

B．质点的振幅为 4.0cm

C．在 0.3s 和 0.5s两时刻，质点的速度方向相同

D．在 0.3s 和 0.5s两时刻， 质点的加速度方向相同

6. 如图所示，图线 a 是线圈在匀强磁场中匀速转动时产生的正弦交流电的图象， 在改变线圈的转速后，产生 的正弦交流电的图象如图线 b 所示，以下说法正确的是( )



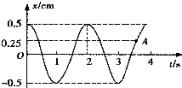
A．线圈先后两次转速之比为 2∶3

C．先后两次交流电的最大值之比为 3∶2

B．通过线圈的磁通量最大值之比为 3∶2

D．先后两次交流电的有效值之比为√3 ∶√2

7. 一弹簧振子做简谐运动的振动图象如图所示，已知弹簧的劲度系数为 20N/cm，则( )



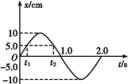
A． 图中 A 点对应的时刻振子所受的弹力大小为 5N ，方向指向X轴的负方向

B． 图中 A 点对应的时刻振子的速度方向指向X轴的正方向

C．在 0 ～ 4s 内振子做了 1.75 次全振动

D．在 0 ～ 4s 内振子通过的路程为 3.5cm，位移为 0

8. 如图是一弹簧振子在水平面内做简谐运动的 x-t 图像，则下列说法正确的是( )



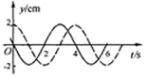
A．t1 时刻和 t2 时刻具有相同的速度和动能

B．t2 到 1.0s 时间内加速度变小，速度增大

C．从 t1 时刻起经过 0.5s，振子通过的路程是 10cm

D．t1 到 t2 的时间振子位移为 0

9. 一列简谐机械横波在 x 轴上传播，在距离小于一个波长的 x=0 与 x=2m 处的两质点的振动图线分别如图中 实线与虚线所示． 由此可以得出( )



A．该波的波长一定是 4m

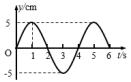
C．该波的传播速度可能是 0.4m/s

B．该波的周期一定是 4s

D．该波的传播速度可能是m/s

第 **2** 讲 简谐运动的描述

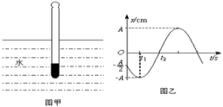
1. 某弹簧振子简谐运动图像如图所示， 下列说法正确的是( )



A．t=1s 时， 振子的加速度为零 B．t=2s 时，振子的速度最大

C．t=3s 时，振子的位移最小D．t=4s 时， 振子的振幅为零

2. 装有一定量液体的玻璃管竖直漂浮在水中，水面足够大，如图甲所示．把玻璃管向下缓慢按压 4cm 后放手， 忽略运动阻力， 玻璃管的运动可以视为竖直方向的简谐运动， 测得振动周期为 0.5s．竖直向上为正方向， 某时刻开始计时，其振动图象如图乙所示， 其中 A 为振幅．对于玻璃管，下列说法正确的是( )



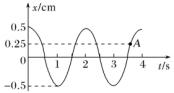
A． 回复力等于重力和浮力的合力

B．位移满足函数式x = 4sin(4πt − π)cm

C．振动频率与按压的深度有关

D．在时间 t1∼t2 内， 位移减小，加速度减小，速度增大

3. 一水平弹簧振子沿 x 轴方向做简谐运动，平衡位置在坐标原点，向 x 轴正方向运动时弹簧被拉伸， 振子的 振动图像如图所示，已知弹簧的劲度系数为 20N/cm，振子质量为 m＝0.1kg，则( )



A．在 0~4s 内振子做了 1.75 次全振动

B． 图中 A 点对应的时刻振子的加速度大小为 5m/s2

C． 图中 A 点对应的时刻振子的速度方向指向 x 轴的正方向

D． 图中 A 点对应的时刻振子所受的回复力大小为 5N ，方向指向 x 轴的负方向

4. 如图甲为一列简谐横波在某一时刻的波形图，图乙为介质中 *x*＝2m 处的质点 *P* 以此时刻为计时起点的振动 图像．下列说法正确的是( )



A．这列波的传播方向是沿 *x* 轴正方向

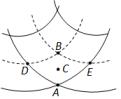
B．这列波的传播速度是 20m/s

C．经过 0.15s，质点 *P* 沿 *x* 轴的正方向传播了 3m

D．经过 0.1s，质点 *Q* 的运动方向沿*y* 轴正方向

E．经过 0.35s，质点 *Q* 距平衡位置的距离小于质点 *P* 距平衡位置的距离

5. 如图所示是两个相干波源发出的水波，实线表示波峰， 虚线表示波谷．已知两列波的振幅都为 10cm ，C 点 为 AB 连线的中点．图中 A、B、C、D、E 五个点中， 振动减弱的点是 ，A 点的振幅为 cm.



6. 地心隧道是根据凡尔纳的《地心游记》所设想出的一条假想隧道， 它是一条穿过地心的笔直隧道，如图所 示．假设地球的半径为 R ，质量分布均匀，地球表面的重力加速度为 g． 已知均匀球壳对壳内物体引力为 零.

(i)不计阻力，若将物体从隧道口静止释放，试证明物体在地心隧道中的运动为简谐运动；

(i)理论表明：做简谐运动的物体的周期 T=2π，其中，m 为振子的质量，物体的回复力为 F= －kx．求

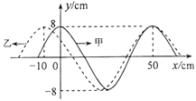
物体从隧道一端静止释放后到达另一端需要的时间 t(地球半径 R=6400km，地球表面的重力加速为 g=10m/s2).



7. 甲乙两列简谐横波在同一介质中分别沿 x 轴正向和负向传播，波速均为 v=25cm/s，两列波在 t=0 时的波形 曲线如图所示．求：

(i)t=0 时，介质中偏离平衡位置位移为 16cm 的所有质点的 x 坐标；

(ii)从 t=0 开始， 介质中最早出现偏离平衡位置位移为﹣16cm 的质点的时间.



第 ；讲 简谐运动的回复力和能量

1. 关于质点做简谐运动， 下列说法正确的是( )

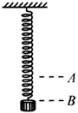
A．在某一时刻，它的速度与回复力的方向相同， 位移方向也相同

B．在某一段时间内，它的回复力的大小增大，动能也增大

C．在某一段时间内，它的势能减小，加速度的大小也减小

D．在某一时刻，它的速度、位移和加速度的方向都相同

2. 如图所示，一根轻质弹簧上端固定在天花板上，下端挂一重物(可视为质点)，重物静止时处于 B 位置．现 用手托重物使之缓慢上升至 A 位置，此时弹簧长度恢复至原长．之后放手，使重物从静止开始下落，沿竖 直方向在 A 位置和 C 位置(图中未画出)之间做往复运动．重物运动过程中弹簧始终处于弹性限度内．关于 上述过程(不计空气阻力)，下列说法中正确的是( )



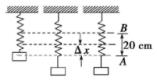
A．重物在 C 位置时， 其加速度的数值大于当地重力加速度的值

B．在重物从 A 位置下落到 C 位置的过程中，重力的冲量大于弹簧弹力的冲量

C．在手托重物从 B 位置缓慢上升到 A 位置的过程中，手对重物所做的功等于重物往复运动过程中所具有 的最大动能

D．在重物从 A 位置到 B 位置和从 B 位置到 C 位置的两个过程中，弹簧弹力对重物所做的功相同

3. 如图所示，将弹簧振子从平衡位置拉下一段距离ΔX，释放后振子在 AB 间振动．设 AB=20cm，振子由 A 到 B 时间为 0.1s，则下列说法正确的是( )



A．振子的振幅为 20cm，周期为 0.2s

B．振子在 A ，B 两处受到的回复力分别为kΔX + mg与kΔX − mg

C．振子在 A ，B 两处受到的回复力大小都是kΔX

D．振子一次全振动通过的路程是 20cm

4. 不可伸长的细线下端悬挂一个小球， 让细线从偏离竖直一个角度从静止释放， 小球在竖直平面内振动， 则( )

A． 当小球达到最高位置时，速度最大，势能最小，绳上的拉力最大

B． 当小球达到最高位置时，速度最小，势能最大，绳上的拉力最小

C．小球离开最低位置，使小球回复到最低位置的力， 是重力沿圆弧切线的分力

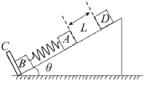
D．小球离开最低位置，使小球回复到最低位置的力， 是细线拉力、重力的合力

5. 如图所示，在倾角为 θ 的固定光滑斜面上， 有两个用轻质弹簧相连的物块 A 和 B ，它们的质量均为 m，

弹簧的劲度系数为 k ，C 为一固定的挡板， 现将一个质量也为 m 的物体 D 从距 A 为 L 的位置由静止释

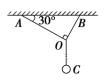
放， D 和 A 相碰后立即粘在一起，之后在斜面上做简谐运动．在简谐运动过程中， 物体 B 对 C 的最小弹

力为 *mg* sin*θ* ,则以下说法正确的是( )



A．简谐运动的振幅为3mθ B．简谐运动的振幅为mnθ

C．B 对 C 的最大弹力 D．B 对 C 的最大弹力

第 **4** 讲 单摆

1. 一摆长为 L 的单摆在悬点正下方 0.75L处有一钉子 P ，单摆从 A 点静止释放， 已知摆角很小，下列说法中 正确的是( )

A．单摆在最高点 A 时，绳子的拉力提供回复力

B．单摆在最低点 B 时，合外力为零

C．从碰钉到第一次摆回 B 点的时间为π

D．从碰钉到第一次摆回 B 点的时间为π

2. 有一个单摆，原来的周期是 2s。在下列情况下，对周期变化的判断错误的是( )

A．重力加速度减为原来的 1/4(其余条件不变)，则周期变为原来的 2 倍

B．摆球的质量减为原来的 1/4(其余条件不变)，则周期不变

C．振幅减为原来的 1/4(其余条件不变)，则周期不变

D．摆长减为原来的 1/4(其余条件不变)，则周期也减为原来的 1/4

3. 如图所示，三根细线于 O 点处打结， A 、B 端固定在同一水平面上相距为 L 的两点上， 使△AOB 成直角三 角形， ∠BAO=30°, 已知 OC 线长是 L，下端 C 点系着一个小球(直径可忽略)。下列说法中正确的是( )

A．让小球在纸面内摆动， 周期T = 2π

B．让小球在垂直纸面方向摆动，周期T = 2π

C．让小球在纸面内摆动， 周期T = 2π

D．让小球在垂直纸面方向摆动，周期T = 2π

4. 如图所示，一单摆悬于 O 点，摆长为 L ，若在 O 点正下方的 O′点钉一个钉子， 使 OO′＝L/2，将单摆拉至 A 处释放，小球将在 A 、B 、C 间来回振动， 若振动中摆线与竖直方向夹角小于 5°, 则此摆的周期是( )



A．2π B．2π C．2π( + ) D. π( + )

5. 对单摆振动过程，正确的描述是( )

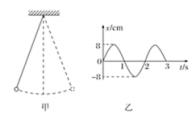
A．摆球机械能守恒， 因它所受合外力为零

B．摆球过最低点时，动能最大

C．摆球向最高点摆动时， 动能转化为势能，并且因克服重力做功而机械能减少

D．摆球到最高点时， 动能为零，势能最大

6. 如图甲所示，一个单摆做小角度摆动， 从某次摆球由左向右通过平衡位置时开始计时， 相对平衡位置的位 移 x 随时间 t 变化的图象如图乙所示。不计空气阻力， g 取 10m/s2。对于这个单摆的振动过程， 下列说法中 正确的是( )



A．单摆的位移 x 随时间 t 变化的关系式为x = 8sin(πt)cm

B．单摆的摆长约 1m

C．从t = 2.5s到t = 3s的过程中， 摆球的重力势能逐渐增大

D．从t = 2.5s到t = 3s的过程中，摆球所受绳子拉力逐渐减小

第 **s** 讲 实验：用单摆测重力加速度

1. 实验小组的同学们用如图所示的装置做“用单摆测定重力加速度” 的实验.



(1)测出悬点 *O* 到小球球心的距离(摆长)*L*及单摆完成 *n* 次全振动所用的时间 *t*，则重力加速度*g*= (用 *L、n、t* 表示).

(2)他组装好单摆后在摆球自然悬垂的情况下，用毫米刻度尺量得从悬点到摆球的最低端的长度 *L*=0.9990m， 再用游标卡尺测量摆球直径，结果如图所示，则该摆球的直径为 mm，单摆摆长为 m.



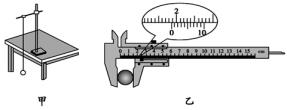
在测量单摆的周期时， 他用秒表记下了单摆做 50 次全振动的时间，如下图所示， 秒表的读数 s.



(3)甲同学多次改变单摆的摆长并测得相应的周期，他根据测量数据画出了如图所示的图象，但忘记在图中 标明横坐标所代表的物理量．你认为横坐标所代表的物理量是 (选填“l2”“l”或“√l”)，若图线斜率为 *k* ， 则重力加速度 *g*= (用 *k* 表示).



2. 根据单摆周期公式T = 2π，可以通过实验测定当地的重力加速度，实验装置如图甲所示.



(1)某次实验用游标卡尺测量小钢球直径，示数如图乙所示，读数为 mm.

(2)以下是实验过程中的一些做法，其中正确的有 ．(多选)

A．摆线要选择细些的、伸缩性小些的，并且适当长一些

B．摆球尽量选择质量大些、体积小些的

C．为了使摆的周期大一些、以方便测量， 开始时拉开摆球，使摆线相距平衡位置有较大的角度

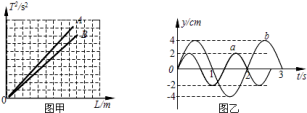
D．拉开摆球， 使摆线偏离平衡位置大于 5 度， 在释放摆球的同时开始计时， 当摆球回到开始位置时停止计

时，此时间间隔 Δt 即为单摆周期 T

E．拉开摆球， 使摆线偏离平衡位置不大于 5 度，释放摆球， 当摆球振动稳定后， 从平衡位置开始计时，记

下摆球做 50 次全振动所用的时间 Δt，则单摆周期T = 

3. (1)两个同学分别利用清华大学和广东中山大学的物理实验室， 各自在那里用先进的 DIS 系统较准确地探究 了“单摆的周期 T 与摆长 L 的关系” ，他们通过校园网交换实验数据， 并由计算机绘制了 T2 ～ L 图象，如图 甲所示．在中山大学的同学所测实验结果对应的图线是 (选填 A 或 B).



(2)在清华大学做实验的同学还利用计算机绘制了 a、b 两个摆球的振动图像， 如图(乙)所示．关于 a、b 两个 摆球的振动图像，下列说法正确的是 .

A．a 、b 两个单摆的摆长相等 B．b 摆的振幅比 a 摆小

C．a 摆的机械能比 b 摆大 D．在 t=1s 时有正向最大加速度的是 a 摆

4. 某同学在做“利用单摆测重力加速度” 的实验时， 他先测得摆线长为97.50cm，摆球的直径为2.00cm，然后用 秒表记录了单摆完成 50 次全振动所用的时间，则

(1)该单摆的摆长为 cm

(2)如果测出的 g 值偏小，可能的原因是

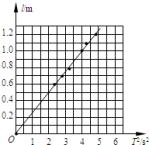
A．测量摆线长，线拉得过紧

B．摆线上端没有固定，振动中出现松动， 使摆线变长了

C．开始计时时，秒表按下迟了

D．实验中误将 49 次全振动记为 50 次

(3)该同学由测量数据作出l − T2 图线，根据图线求出重力加速度g = m/s2 (保留 3 位有效数字).

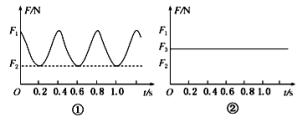


5. (1)在“用单摆测定重力加速度” 的实验中，当单摆做简谐运动时，用秒表测出单摆做 n 次(一般为 30 次-50 次) 全振动所用的时间 t，算出周期；用米尺量出悬线的长度 L ，用游标卡尺测量摆球的直径 d，则重力加速度 g= (用题中所给的字母表达).

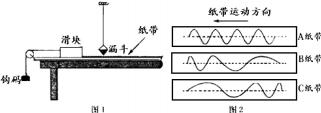
(2)将一单摆挂在测力传感器的探头上，用测力探头和计算机组成的实验装置来测定单摆摆动过程中摆线受 到的拉力(单摆摆角小于 5°)，计算机屏幕上得到如图①所示的 F-t 图像．然后使单摆保持静止， 得到如图②所示 的 F-t 图像．那么:

①此单摆的周期 T 为 s；

②设摆球在最低点时Ep = 0，已测得当地重力加速度为 g，单摆的周期用 T 表示，那么测得此单摆摆动时 的机械能 E 的表达式是 (用字母表示).



6. 某实验小组拟用如图 1 所示装置研究滑块的运动．实验器材有滑块、钩码、纸带、米尺、带滑轮的木板， 以及由漏斗和细线组成的单摆等．实验中，滑块在钩码作用下拖动纸带做匀加速直线运动，同时单摆垂直 于纸带运动方向摆动， 漏斗漏出的有色液体在纸带带下留下的痕迹记录了漏斗在不同时刻的位置.



(1)在图 2 中，从 纸带可看出滑块的加速度和速度方向一致；

(2)(多选)用该方法测量滑块加速度的误差主要来源有

A．摆长测量.

B．滑块质量的测量

C．漏斗重心的变化

D．滑块受摩擦阻力作用.

第 **‘** 讲 受迫振动共振

1. 下表记录了某受迫振动的振幅随驱动力频率变化的关系，若该振动系统的固有频率为*f*固 ，则( )

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 驱动力频率/Hz | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| 受迫振动的振幅/cm | 10.2 | 16.8 | 27.12 | 28.1 | 16.5 | 8.3 |

A．*f* 固=60Hz B．60Hz<*f*固<70Hz

C．50Hz<*f*固<70Hz D． 以上三个答案都不对

2. 一洗衣机在正常工作时非常平稳，当切断电源后，发现洗衣机先是振动越来越剧烈，然后振动再逐渐减弱， 对这一现象，下列说法正确的是( )

①正常工作时， 洗衣机波轮的运转频率比洗衣机的固有频率大；

②正常工作时， 洗衣机波轮的运转频率比洗衣机的固有频率小；

③正常工作时， 洗衣机波轮的运转频率等于洗衣机的固有频率；

④当洗衣机振动最剧烈时， 波轮的运转频率恰好等于洗衣机的固有频率.

A. ① B. ③ C. ①④ D. ②④

3. 铺设铁轨时，每两根钢轨接缝处都必须留有一定的间隙，匀速运行的列车经过轨端接缝处时， 车轮就会受 到一次冲击． 由于每根钢轨长度相等， 所以这个冲击力是周期性的，列车受到周期性的冲击做受迫振动. 普通钢轨长为12.6m，列车固有振动周期为0.315s．下列说法错误的是( )

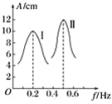
A．列车的危险速率为40m/s

B．列车过桥需要减速，是为了防止列车发生共振现象

C．列车运行的振动频率和列车的固有频率总是相等的

D．增加钢轨的长度有利于列车高速运行

4. 如图所示为两个单摆做受迫振动的共振曲线，则下列说法正确的是( )



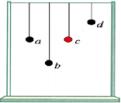
A．两个单摆的固有周期之比为 T Ⅰ ∶TⅡ = 5∶2

B．若两个受迫振动在地球上同一地点进行，则两者摆长之比为 l Ⅰ ∶lⅡ =4∶25

C． 图线Ⅱ的单摆若是在地面上完成的，则该摆摆长约为 2m

D．若两个受迫振动分别在月球上和地球上进行， 且摆长相等， 则图线Ⅱ是月球上的单摆的共振曲线

5. 如图所示演示装置，一根张紧的水平绳上挂着四个单摆，让 c 摆摆动，其余各摆也摆动起来，可以发现( )



A．各摆摆动的周期均与 c 摆相同 B．a 摆摆动周期最短

C．b 摆摆动周期最长

D．b 摆振幅最大

6. 如图所示的装置中，在曲轴 AB 上悬挂一个弹簧振子，若不转动把手 C，让其上下振动， 周期为T1 ，若使 把手以周期T2 (T2 > T1)匀速转动，当运动都稳定后， 则( )



A．弹簧振子的振动周期为T1

B．弹簧振子的振动周期为T2

C．要使弹簧振子的振幅增大，可让把手转速减小

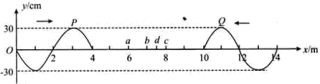
D．要使弹簧振子的振幅增大，可让把手转速增大

第三章 机械波

第 **1** 讲 波的形成

1. 如图所示，同一介质中的 P 、Q 两列持续振动的简谐横波分别沿 x 轴正向和负向传播，质点 a 、b 、c 、d 分 别位于 6m 、7m 、8m 、7.5m 处，若波的传播速度为 10m/s，图示为 t=0 时刻的波形图,则再经过 t=0.5s 时

( )



A．质点振动的频率为 0.4Hz  B．质点 a 、c 处于平衡位置

C．质点 b 的位移大小为 30cm D．质点 d 的振动方向沿+y 轴

2. 如图所示，在均匀介质中 S1S1 和 S2S2是同时起振(起振方向相同)、频率相同的两个机械波源， 它们发出的 简谐波相向传播．在介质中 S1 和 S2 平衡位置的连线上有 a 、b 、c 三点，已知S1 a = ab = bc = cS2 = (λ 为

波长)，则下列说法中正确的是( )



A．b 点的振动总是最强， a 、c 两点的振动总是最弱

B．b 点的振动总是最弱， a 、c 两点的振动总是最强

C．a 、b 、c 三点的振动都总是最强

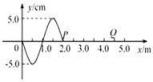
D．a 、b 、c 三点的振动都是有时最强有时最弱

3. 下列说法中正确的是( )

A．只有声波才有多普勒效应 B．惠更斯原理只适用于机械波

C． 电磁波都是由振荡电路工作时产生的 D．单缝衍射中，缝越宽衍射现象越不明显

4. 一列向右传播的简谐横波， 当波传到 x 2.0m 处的 P 点时开始计时，该时刻波形如图所示， t 0.9s 时，观 察到质点 P 第三次到达波峰位置，下列说法不正确的是( )



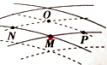
A．波速为 0.5m/s

B．经 1.4s 质点 P 运动的路程为 70cm

C．t=1.6s 时， x=4.5m 处的质点 Q 第三次到达波谷

D．与该波发生干涉的另一列简谐横波的频率一定为 2.5Hz

5. 如图所示， 实线和虚线分别表示振幅、频率均相同的两列波的波峰和波谷.此时，M 是波峰与波峰相遇点。 下列说法中正确的是( )



A．该时刻质点 O 正处在平衡位置

B．P 、N 两质点始终处在平衡位置

C． 随着时间的推移，质点 M 向 O 点处移动

D．从该时刻起，经过四分之一周期，质点 M 到达平衡位置

6. 关于机械振动和机械波下列叙述正确的是( )

A．有机械振动必有机械波

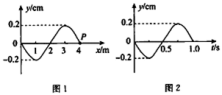
B．有机械波必有机械振动

C．在波的传播中， 振动质点并不随波的传播发生迁移

D．在波的传播中，如振源停止振动，波的传播并不会立即停止

第 **2** 讲 波的图像

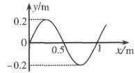
1. 如图 1 所示为一列简谐横波在 t＝10s 时的波形图， 图 2 是这列波中 P 点的振动图线，则该波传播速度和传 播方向是( )



A．v＝4m/s，向 x 负方向传播 B.v＝8m/s，向 x 负方向传播

C．v＝4m/s，向 x 正方向传播 D.v＝8m/s，向 x 正方向传播

2. 如图所示，是一列沿着 x 轴正方向传播的横波在 t=0 时刻的波形图，已知这列波的周期 T=2.0s．下列说法 正确的是( )



A．这列波的波速 v=2.0m/s

B．在 t=0 时， x=0.5m 处的质点速度为零

C．经过 2.0s，这列波沿 x 轴正方向传播 0.8m

D．在 t=0.3s 时， x=0.5m 处的质点的运动方向为 y 轴正方向

3. 如图为一列沿 x 轴正方向传播的简谐横波在 t=0 时的波形．当 R 点在 t=0 时的振动状态传到 S 点时， PR 范 围内(含 P 、R)有一些质点正在向 y 轴负方向运动， 这些质点的 x 坐标取值范围是( )



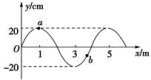
A．2cm≤x≤4cm B．2cm<x<4cm C．2cm≤x<3cm D．2cm<x≤3cm

4. 下列图中正确的波形图是( )



A． B． C． D． E.

5. 如图所示，沿 x 轴正方向传播的一列简谐横波在某时刻的波形图为一正弦曲线，其波速为 200m/s，下列说 法正确的是( )



A． 图示时刻质点 b 的加速度正在增大

B．从图示时刻开始，经过 0.01s，质点 b 通过的路程为 2m

C．若此波遇到另一列简谐横波并发生稳定干涉现象， 则该波所遇到的波的频率为 50Hz D．若该波发生明显的衍射现象，则该波所遇到的障碍物或孔的尺寸一定比 4m 大得多

6. 一列波沿+x 轴方向传播， 当 x1=10m 的 A 点位于波峰时， x2=140m 的 B 点位于波谷，在 A 、B 之间有 6 个

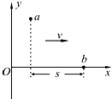
波峰，振源的振动周期为 0.2s，求：

(1)波的速度；

(2)B 点从波谷开始经多少时间位于波峰？

第 **3** 讲 波长、频率和波速

1. 如图所示，a 、b 是一列横波上的两个质点， 它们在 x 轴上的距离 s=30m，波沿 x 轴正方向传播，当 a 振动 到最高点时 b 恰好经过平衡位置向上振动， 经过 3s 波传播了 30m，下列判断正确的是( )



A．这列波的速度一定是 10m/s B．这列波的周期一定是 0.8s

C．这列波的周期可能是 3s D．这列波的波长可能是 24m

2. 某同学漂浮在海面上， 虽然水面波正平稳地以 1.8m/s 的速率向着海滩传播，但他并不向海滩靠近．该同学

发现从第 1 个波峰到第 10 个波峰通过身下的时间间隔为 15s．下列说法正确的是( )

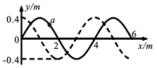
A．该水面波的频率为 6Hz

B．该水面波的波长为 [3m](#bookmark32)

C．水面波没有将该同学推向岸边， 是因为波传播时能量不会传递出去

D．水面波没有将该同学推向岸边， 是因为波传播时振动的质点并不随波迁移

3. 一列简谐横波在 t=0 时刻的波形图如图实线所示， 从此刻起， 经 0.2s 波形图如图虚线所示， 若波传播的速 度为 5m/s，则下列说法正确的是( )

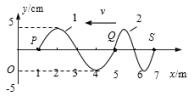


A．这列波沿 x 轴正方向传播

B．t=0 时刻质点 a 沿 x 轴负方向运动

C．若此波遇到另一列简谐横波并发生稳定的干涉现象，则该波所遇到的简谐横波频率为 1.25Hz D．从 t=0 时刻开始质点 a 经 0.4s 通过的路程为 0.8m

4. 小强同学用一材质均匀的弹性轻细绳探究简谐波的特性，他将 x=7m 处的质点 S 沿 y 轴方向振动，完成两 次频率不同的全振动，形成以 S 为波源的简谐横波．t=0 时波形 1、波形 2 如图所示，此时波刚好传到 x=1m 处的质点 P ，且 x=5m 处的质点 Q 恰好处于平衡位置．t=0.1s 时质点 P 第一次出现在波峰位置，则( )

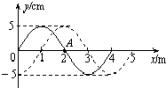


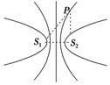
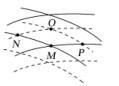
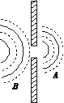
A．质点 *P* 开始振动的方向为*y* 轴负方向 B．波形 1 对应的波速为 *v*1=10m/s

C．波形 2 对应的周期为 *T*=0.2s D．波形 2 对应的波速为 *v*2=5m/s

5. 一列简谐横波在*Χ* 轴上传播，如图所示，实线为 *t*=0 时刻的波形图，虚线表示经过Δ*t*=0.2s 后波形， 求： (1)波速的大小.

(2)若 2*T*<Δ*t*＜3*T*，求波速的大小.



第 **4** 讲 波的反射、折射、衍射和干涉

1. 如图所示是利用水波槽观察到的水波衍射图象，从图象可知( )

A．B 侧波是衍射波

B．A 侧波速与 B 侧波速相等

C．增大水波波源的频率， 衍射现象将更明显

D．增大挡板之间的距离， 衍射现象将更明显

2. 关于机械波的特性，下列说法正确的是( )

A．频率不同的同类机械波相遇时， 可以叠加，但不会发生干涉现象

B．机械波在进入两种不同介质界面前后， 波速不变， 频率随波长变化

C．只有波长比障碍物的尺寸小或相差不多的时候才会发生明显的衍射现象

D．火车鸣笛时向我们驶来，听到的笛声频率将比声源发出的频率低， 声音变得低沉

3. 如图所示，实线和虚线分别表示振幅、频率均相同的两列波的波峰和波谷．此刻 M 是波峰与波峰相遇点， 设两列波的周期均为 T ，下列说法中正确的是( )

A．此时刻 O 处的质点正处在平衡位置

B．M 、P 两处的两质点始终处在平衡位置

C． 随着时间的推移，M 处的质点将向 O 点处移动

D．从此时刻起，经过T ，M 处的质点到达平衡位置且此时位移为零

4. 如图所示，S1、S2 为两个振动情况完全相同的波源，两列波的波长都为 λ, 它们在介质中产生干涉现象，S1 、 S2 在空间中共形成了 5 个振动加强的区域，如图中实线所示．P 是振动加强区域中的一点，从图中可看出

( )

A．P 点到两波源的距离差等于 1.5λ

B．S1 的传播速度大于 S2 的传播速度

C．P 点此时刻振动最强， 过半个周期后， 振动变为最弱

D． 当一列波的波峰传到 P 点时，另一列波的波峰也一定传到 P 点

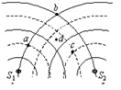
5. 两列完全相同的机械波于某时刻的叠加情况如图所示， 图中的实线和虚线分别表示波峰和波谷，此时( )



A．a,b 连线中点振动加强 B．a,b 连线中点速度为零

C．a,b,c,d 四点速度均为零 D．再经过半个周期 a,b 两点振动减弱

6. 如图所示，S1 、S2 是两个相干波源， 它们振动同步且振幅相同．实线和虚线分别表示在某一时刻它们所发 出的波的波峰和波谷．关于图中所标的 a 、b 、c 、d 四点，下列说法中正确的是( )



A．该时刻 a 质点振动最弱，b 、c 质点振动最强，d 质点振动既不是最强也不是最弱

B．该时刻 a 质点振动最弱，b 、c 、d 质点振动都最强

C．再过 T/4 后的时刻 a 、b 、c 三个质点都处于各自的平衡位置.

D．a 质点的振动始终是最弱的， b 、c 、d 质点的振动始终是最强的

7. 有一障碍物的尺寸为 10m，下列哪些波在遇到它时能产生明显衍射现象( )

A．波长为 1m 的机械波

B．波长为 10m 的机械波

C．波长为 20m 的的机械波

D．频率为 40Hz 的声波

E．频率为 5000MHz 的电磁波(波速为 3×108m/s)

8. 如图所示表示两列同频率相干水波在 t=0 时刻的叠加情况，图中实线表示波峰，虚线表示波谷． 已知两列 波的振幅均为 2cm，波速为 2m/s，波长为 0.4m ，E 点是 BD 连线和 AC 连线的交点， 下列说法正确的是

( )

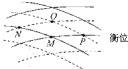
A．A 、C 两点是振动减弱点

B．E 点是振动减弱点

C．B 、D 两点在该时刻的竖直高度差为 8cm

D．t=0.05s ，E 点离开平衡位置 2cm

9. 如图所示，实线与虚线分别表示振幅(A)、频率(f)均相同的两列波的波峰和波谷．此刻， M 是波峰与波峰相 遇点，下列说法中正确的是( )



A．P 、N 两质点始终处在平衡位置

B．该时刻质点 O 正处于平衡位置

C． 随着时间韵推移，质点 M 将向 O 点处移动

D．从该时刻起，经过四分之一周期，质点 M 到达平衡位置， 此时位移为零

E．OM 连线中点是振动加强的点， 其振幅为 2A

第 **s** 讲 多普勒效应

1. 分析下列物理现象，这些物理现象分别属于声波的( )

①“ 闻其声而不见其人”；

②夏天里在一次闪电过后， 有时雷声轰鸣不绝；

③当正在鸣笛的火车向着我们急驶而来时， 我们听到汽笛声的音调变高；

④围绕振动的音叉转一圈会听到忽强忽弱的声音.

A．衍射、折射、干涉、多普勒效应 B．折射、反射、干涉、多普勒效应

C．衍射、反射、多普勒效应、干涉 D．折射、衍射、多普勒效应、干涉

2. 下列说法正确的是( )

A．物体做受迫振动时，驱动力频率越高， 受迫振动的物体振幅越大

B． 医生利用超声波探测病人血管中血液的流速应用了多普勒效应

C．两列波发生干涉，振动加强区质点的位移总比振动减弱区质点的位移大

D．一列波通过小孔发生了衍射，波源频率越大， 观察到的衍射现象越明显

3. 下列说法正确的是( )

A．拍摄玻璃橱窗里的物体时，在镜头前装偏振滤光片可以减弱玻璃表面折射光的影响 B．相对论认为：真空中的光速在不同惯性参照系中是不相同的

C．医院里用于检测的“彩超” 的原理是：向病人体内发射超声波，经血液反射后被接收， 测出反射波的频率 变化，就可知血液的流速， 这一技术应用了多普勒效应

D．机场、车站用来检查旅客行李包的透视仪使用的是紫外线

4. 关于多普勒效应的叙述，下列说法正确的是( )

A．产生多普勒效应的原因是波源频率发生了变化

B．产生多普勒效应的原因是观察者和波源之间发生了相对运动

C．甲、乙两列火车相向行驶， 两车均鸣笛，且所发出的笛声频率相同，乙车中的某旅客听到的甲车笛声频 率低于他所听到的乙车笛声频率

D．甲、乙两列火车相向行驶， 两车均鸣笛， 且所发出的笛声频率相同，乙车中的某旅客听到的甲车笛声频 率等于他所听到的乙车笛声频率

5. 如图所示，一波源 O 做匀速直线运动时在均匀介质中产生球面波的情况，则( )



A．该波源正在移向A点 B．该波源正在移向B点

C．在A处观察波的频率变低 D．在B处观察波的频率变低

6. 下面哪些应用是利用了多普勒效应( )

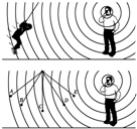
A．利用地球上接收到遥远天体发出的光波的频率来判断遥远天体相对于地球的运动速度

B．交通警察向行进中的汽车发射一个已知频率的电磁波， 波被运动的汽车反射回来， 根据接收到的频率发 生的变化，就知道汽车的速度，以便于进行交通管理

C．铁路工人用耳贴在铁轨上可判断火车的运动情况

D．有经验的战士从炮弹飞行的尖叫声判断飞行炮弹是接近还是远去

7. 如图所示， 男同学站立不动吹口哨，一位女同学坐在秋千上来回摆动，下列关于女同学的感受的说法正确 的是( )



A．女同学从 A 向 B 运动过程中，她感觉哨声音调变高

B．女同学从 E 向 D 运动过程中，她感觉哨声音调变高

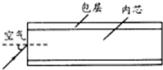
C．女同学在 C 点向右运动时，她感觉哨声音调不变

D．女同学在 C 点向左运动时，她感觉哨声音调变低

第四章 光

第 **1** 讲 光的折射

1. 光导纤维由“ 内芯”和“包层”两个同心圆柱体组成，其中心部分是内芯，内芯以外的部分为包层，光从一端 进入，从另一端射出．下列说法正确的是( )



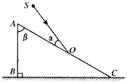
A． 内芯的折射率大于包层的折射率

B． 内芯的折射率小于包层的折射率

C．不同频率的可见光从同一根光导纤维的一端传输到另一端所用的时间相同

D．若紫光以如图所示角度入射时，恰能在内芯和包层分界面上发生全反射，则改用红光以同样角度入射时， 也能在内芯和包层分界面上发生全反射

2. 如图所示，直角三棱镜 ABC 的一个侧面 BC 紧贴在平面镜上， ∠BAC=β,从点光源 S 发出的一细光束 SO 射到棱镜的另一侧面 AC 上，适当调整入射光 SO 的方向，当 SO 与 AC 面成“角时，其折射光在镜面发生 一次反射，从 AC 面射出后恰好与 SO 重合， 则此棱镜的折射率为( )



A.

cos

cos *β*

B.

cos

sin *β*

C.

sin

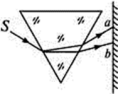
cos *β*

D.

sin

sin *β*

3. 如图所示，从点光源 S 发出的一束细白光以一定的角度入射到三棱镜的表面， 经过三棱镜的折射后发生色 散现象， 在光屏的 ab 间形成一条彩色光带．下面的说法中正确的是( )



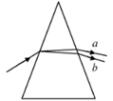
A．在三棱镜中 a 侧光的传播速率大于 b 侧光的传播速率

B．b 侧光更容易产生衍射现象

C．若改变白光的入射角， 在屏上最先消失的是 b 侧光

D．通过同一双缝干涉装置产生的干涉条纹的间距 Δ*xa* > Δ*xb*

4. 如图所示，波长为 λa 和 λb 的两种单色光射入三棱镜， 经折射后射出两束单色光 a 和 b，则这两束光( )



A．三棱镜对光的折射率 na ＞nb

B．射向同一双缝干涉装置，其干涉条纹间距 Δxa ＞Δxb

C．在水中的传播速度 va ＜vb

D．在真空中波长 λa ＞λb

5. 关于折射率，下列说法正确的是( )

A．某种介质的折射率等于光在介质中传播速度 v 和光在真空中的传播速度 c 的比值

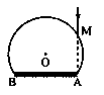
B．折射角和入射角的大小决定着折射率的大小

C．两种介质相比较，折射率小的介质折光性较差

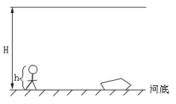
D．任何介质的折射率都大于 1

E．折射率的大小由介质本身决定

6. 如图， 玻璃球冠的折射率为√3 ，其底面镀银， 底面的半径是球半径的 倍； 在过球心 O 且垂直于底面的平 面(纸面)内， 有一与底面垂直的光线射到玻璃球冠上的 M 点，该光线的延长线恰好过底面边缘上的 A 点。 求该光线从球面射出的方向相对于其初始入射方向的偏角。



7. 潜水员在水中抬头仰望，由于光线在空气和水的界面发生全反射，他能看见河底的物体，如果水深为 H， 潜水员仰望时，眼睛到河底距离为 h，水的折射率为 n，则潜水员能较清楚地看到河底物体和潜水员的最短 水平距离是多少？

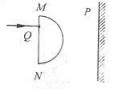


第 **2** 讲 全反射

1. 光在某种介质中传播的速度为1.5 × 108m/s，那么， 光从此介质射向空气并发生全反射的临界角应为( )

A．60° B．45° C．30° D．75°

2. 如图所示，半圆形玻璃砖的半径为 R ，直径 MN ，一细束白光从 Q 点垂直于直径 MN 的方向射入半圆形玻 璃砖，从玻璃砖的圆弧面射出后，打到光屏 P 上，得到由红到紫的彩色光带． 已知 QM=R/2．如果保持人 射光线和屏的位置不变， 只使半圆形玻璃砖沿直径方向向上或向下移动， 移动的距离小于 R/2，则有( )



A．半圆形玻璃砖向上移动的过程中，屏上红光最先消失

B．半圆形玻璃砖向上移动的过程中，屏上紫光最先消失

C．半圆形玻璃砖向下移动的过程中，屏上红光最先消失

D．半圆形玻璃砖向下移动的过程中，屏上紫光最先消失

3. 2009 年诺贝尔物理学奖授予英国华裔物理学家高锟，以表彰他在光纤通信研究中的突出贡献．光纤通信是 利用了光的全反射的原理， 光导纤维由内芯和外套两层组成．下列有关光导纤维的说法中正确的是( )



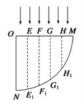
A． 内芯的折射率比外套大，光传播时在内芯与外套的界面发生全反射

B． 内芯的折射率比外套小，光传播时在内芯与外套的界面发生全反射

C． 内芯的折射率比外套小，光传播时在内芯与外套的界面发生折射

D． 内芯的折射率与外套相同，外套的材料有韧性，可以对内芯起保护作用

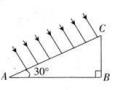
4. 如图是一个  圆柱体棱镜的截面图， 图中 E、F 、G、H 将半径 OM 分成 5 等份，虚线 EE1、FF1 、GG1、HH1 平行于半径 ON ，ON 边可吸收到达其上的所有光线. 已知该棱镜的折射率 *n* =  ，若平行光束垂直入射并覆 盖 OM，则光线( )



A．不能从圆孤 NF1 射出 B．只能从圆孤 NG1 射出

C．能从圆孤 G1H1 射出 D．能从圆孤 H1M 射出

5. 如图所示，直角三角形 ABC 为一透明介质制成的三棱镜截面， 且∠BAC = 30° ,有一束平行光线垂直射向 AC 面． 已知这种介质的折射率n > 2，则( )



A．不可能有光线垂直于 AB 边射出

B．不可能有光线从 BC 边垂直射出

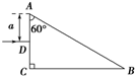
C．不可能有光线从 AC 边垂直射出

D．一定既有光线垂直于 BC 边射出，又有光线垂直于 AC 边射出

6. 如图所示，直角玻璃三棱镜 ABC 置于空气中， 棱镜的折射率为 n=√2 ，∠A＝60° . 一细光束从 AC 的中点 D 垂直于 AC 面入射， AD＝a，求：

(1)画出光路图并计算出光从棱镜第一次射入空气时的折射角；

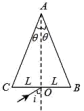
(2)光从进入棱镜到它第一次从棱镜中射出所经历的时间(光在真空中的传播速度为 c).

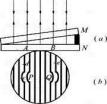


7. 如图所示，三角形 ABC 为某透明介质的横截面， O 为 BC 中点， 位于截面所在平面内的一束光线自 O 以角 度 i 入射， 第一次到达 AB 边恰好发生全反射． 已知 θ=15° , BC 边长为 2L，该介质的折射率为√2．求： (1)入射角 i；

(2)从入射到发生第一次全反射所用的时间(设光在真空中的速度为 c，可能用到： sin75° = 或 tan15°=

2- √3).



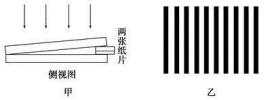
第 **3** 讲 光的干涉

1. 在双缝干涉实验中， 一钠灯发出的波长为 589nm 的光， 在距双缝 1.00m 的屏上形成干涉图样． 图样上相邻

两明纹中心间距为 0.350cm，则双缝的间距为( )

A．2.06×10 -7m B．2.06×10 -4m C． 1.68×10 -4m D． 1.68×10 -[3](#bookmark33)m

2. 劈尖干涉是一种薄膜干涉， 其装置如图甲所示， 将一块平板玻璃放置在另一平板玻璃之上，在一端夹入两 张纸片，从而在两玻璃表面之间形成一个劈形空气薄膜，当光垂直入射后， 从上往下看到的干涉条纹如图 乙所示．干涉条纹有如下特点： (1)任意一条亮条纹或暗条纹所在位置下面的薄膜厚度相等．(2)任意相邻亮 条纹或暗条纹所对应的薄膜厚度差恒定．现若在图甲所示装置中抽去一张纸片，则当光垂直入射到新的劈 形空气薄膜后， 从上往下观察到的干涉条纹( )



A．变疏 B．变密 C．不变 D．消失

3. 下列关于光学现象的说法， 正确的是( )

A．单缝衍射条纹的特征是明暗相间平行等距

B．肥皂泡呈现彩色条纹是由光的干涉现象造成的

C．光纤传导利用光的全反射原理， 光纤由芯和外套两层组成， 内芯的折射率比外套的小

D．用同一台双缝干涉仪做光的双缝干涉实验，黄光相邻的亮条纹间距大于蓝光的相邻亮条纹间距

4. 波长为 λ1 和 λ2 的两束可见光入射到双缝， 在光屏上观察到干涉条纹， 其中波长为 λ1 的光的条纹间距大于 波长为 λ2 的条纹间距。则(下列表述中，脚标“1”和“2”分别代表波长为 λ1 和 λ2 的光所对应的物理量)( ) A．这两束光的光子的动量 p1>p2

B．这两束光从玻璃射向真空时，其临界角 C1>C2

C．这两束光都能使某种金属发生光电效应，则遏止电压 U1>U2

D．这两束光由氢原子从不同激发态跃迁到 n=2 能级时产生，则相应激发态的电离能 ΔE1>ΔE2

5. 利用薄膜干涉可检查工件表面的平整度．如图(a)所示， 现使透明标准板 M 和待检工件 N 间形成一楔形空 气薄层， 并用单色光照射， 可观察到如图(b)所示的干涉条纹，条纹的弯曲处 P 和 Q 对应于 A 和 B 处，下 列判断中正确的是( )

A．N 的上表面 A 处向上凸起

B．N 的上表面 B 处向上凸起

C．条纹的 cd 点对应处的薄膜厚度相同

D．条纹的 d．e 点对应处的薄膜厚度相同

第 **4** 讲 实验：用双缝干涉测量光的波长

1. 在双缝干涉实验中， 用绿色激光照射在双缝上， 在缝后的屏幕上显示出干涉图样．若要减小干涉图样中两 相邻亮条纹的间距，可选用的方法是( )

A．改用红色激光 B．改用蓝色激光

C．减小双缝间距 D．将屏幕向远离双缝的位置移动

2. 杨氏双缝干涉实验中， 下列说法正确的是(n 为自然数， λ 为光波波长)( )

A．在距双缝的光程差相等的点形成暗条纹

B．在距双缝的光程差为 nλ 的点形成明条纹

C．在距双缝的光程差为 n的点形成明条纹

D．在距双缝的光程差为(n +)λ的点形成暗条纹

E．在双缝的光程差相等的点一定出现明条纹

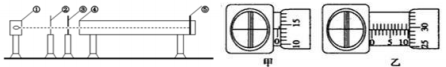
3. 在光的双缝干涉实验中，在光屏上放上照相底片并设法减弱光子流的强度， 尽可能使光子一个一个地通过 狭缝，在曝光时间不长和曝光时间足够长两种情况下， 实验结果是

①若曝光时间不长， .

②若曝光时间足够长， .

③这一实验结果表明光既有 ，又具有 .

4. 如图所示是用双缝干涉测光的波长的实验设备示意图.



(1)图中①是小灯泡光源， ⑤是光屏， 它们之间的②③④依次是 .

(2)以下哪些操作能够增大光屏上相邻两条亮纹之间的距离:

A．增大③和④之间的距离

B．增大④和⑤之间的距离

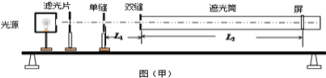
C．将红色滤光片改为绿色滤光片

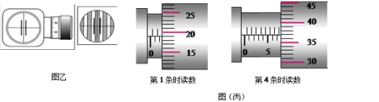
D．增大双缝之间的距离

(3)在某次实验中， 已知双缝到光屏之间的距离是 600mm，双缝之间的距离是0.20mm，单缝到双缝之间的 距离是100mm.某同学在用测量头测量时， 先将测量头目镜中看到的分划板中心刻线对准某条亮纹(记作第 1 条) 的中心， 这时手轮上的示数如图甲所示 然后他转动测量头， 使分划板中心刻线对准第 7 条亮纹的中心， 这时手 轮上的示数如图乙所示，这两次示数依次为 mm 和 mm，由此可以计算出这次实验中所测得的 单色光的波长为 nm. (1nm = 10−9m)(结果保留三位有效数字)

5. 用双缝干涉测光的波长．实验装置如图(甲)所示，已知单缝与双缝间的距离 *L*1=100mm ，双缝与屏的距离 *L*2=700mm，双缝间距 *d*=0.25mm．用测量头来测量亮纹中心的距离．测量头由分划板、目镜、手轮等构成， 转动手轮，使分划板左右移动， 让分划板的中心刻线对准亮纹的中心(如图(乙)所示)，记下此时手轮上的读

数，转动测量头，使分划板中心刻线对准另一条亮纹的中心，记下此时手轮上的读数.





(1)分划板的中心刻线分别对准第 1 条和第 4 条亮纹的中心时，手轮上的读数如图(丙)所示， 则对准第 1 条 时读数 *x*1=2.190mm、对准第 4 条时读数 *x*2= mm

(2)根据以上条件， 可算出这种光的 *λ*= nm(保留三位有效数字)

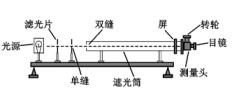
(3)在双缝干涉实验中发现条纹太密， 难以测量，下列操作中可以使条纹变稀疏的是( )

A．改用波长较短的光(如紫光)做入射光 B．增大双缝到屏的距离

C．减少双缝间距 D．增大双缝间距

6. 某同学利用图示装置测量某种单色光的波长．实验时， 接通电源使光源正常发光： 调整光路， 使得从目镜 中可以观察到干涉条纹． 已知单缝与双缝间的距离 L1=100mm，双缝与屏的距离 L2=700mm，双缝间距

d=0.25mm.



(1)若想增加从目镜中观察到的条纹个数，该同学可 ；

A．将单缝向双缝靠近

B．将屏向靠近双缝的方向移动

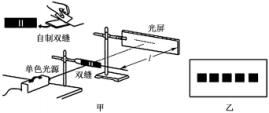
C．将屏向远离双缝的方向移动

D．使用间距更小的双缝

(2)某次测量时，第 1 条亮条纹到第 4 条亮条纹之间的距离为 5.68mm．则所测单色光的波长 λ= mm(计算结果保留三位有效数字).

7. 某同学“用双缝干涉测光的波长” .

(1)如图所示， 若将某单色光束照在的双缝上， 在光屏上观察到的现象是图乙图样是平行且等宽的明暗相间 的条纹．换用间隙更小的双缝， 保持双缝到光屏的距离不变，在光屏上观察到的条纹宽度将 ；保持双 缝间隙不变，减小光屏到双缝的距离，在光屏上观察到的条纹宽度将 (以上均选填“变宽”“变窄”或“不 变”)；



(2)为测量该单色光的波长，将光束垂直射向间距为 d 的双缝(每个缝的宽度很窄，宽度可忽略)，在双缝后 面距离为 L 处的光屏上可以观察到干涉条纹．现使测量头的分划板中心刻线与条纹的中心对齐， 经测量得出 5

条亮条纹之间的距离为 a，则该单色光的波长为 .

第 **s** 讲 光的衍射、偏振和激光

1. 下列四种电磁波中，最容易表现衍射现象的是( )

A．红外线 B．紫外线 C．无线电波 D. γ 射线

2. 下列现象中属于光的衍射现象的是( )

A．雨后天空出现美丽的彩虹

B．光通过三棱镜产生彩色条纹

C． 阳光下肥皂泡上出现彩色条纹

D．把两只铅笔并在一起， 透过中间的狭缝观察日光灯，看到彩色条纹

3. 两个偏振片紧靠在一起，将它们放在一盏白炽灯的前面以致没有光通过．如果将其中的一个偏振片旋转 180° , 在旋转过程中， 将会产生下述的哪一种现象( )

A．透过偏振片的光强先增强，然后又减弱到零

B．透过偏振片的光强先增强，然后减弱到非零的最小值

C．透过偏振片的光强在整个过程中都增强

D．透过偏振片的光强先增强，再减弱，然后又增强

4. 下列说法正确的是( )

A． 自然界不存在偏振光， 自然光只有通过偏振片才能获得偏振光

B．只要声源在运动，观察者总是感到声音的频率变高

C．全息照片往往用激光拍摄，主要是利用了激光的高相干性

D．将两个固有频率相同的音叉稍稍间隔一点距离并列放置， 敲击其中一个音叉后用手将它按住，让它停止 振动，却能听到未被敲击的音叉发出声音， 这是声波的干涉现象

5. 中国女科学家屠呦呦因发现青蒿素而获得 2015 年诺贝尔生物学或医学奖，屠呦呦也成为首位获得该奖的 中国人．在研究青蒿素化学结构中， 研究人员用比可见光波长更短的 X 射线衍射方法最终确定了其化学结 构．在做单缝衍射实验中， 下列说法正确的是( )

A．将入射光由可见光换成 x 射线，衍射条纹间距变窄

B．使单缝宽度变小，衍射条纹间距变窄

C．换用波长较长的光照射，衍射条纹间距变宽

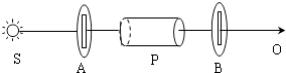
D．增大单缝到屏的距离， 衍射条纹间距变窄

6. 下列叙述中符合激光应用的实例，正确的是( )

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ①利用激光进行通信 | ②利用激光加工坚硬的材料 |  |
| ③利用激光进行室内照明 | ④利用激光进行长距离精确测量. |  |
| A. ①②③ | B. ①②④ C. ②③④ | D. ①③④ |

7. 利用旋光仪这种仪器可以用来测量糖溶液的浓度，从而测定含糖量．其原理是：偏振光通过糖的水溶液后， 若迎着射来的光线看， 偏振方向会以传播方向为轴线， 旋转一个角度 θ, 这一角度称为“旋光角” ，θ 的值与 糖溶液的浓度有关．将 θ 的测量值与标准值相比较，就能确定被测样品的含糖量了．如图所示， S 是自然

光源， A 、B 是偏振片， 转动 B，使到达 O 处的光最强，然后将被测样品 P 置于 A 、B 之间， 则下列说法中 正确的是( )



A．到达 O 处光的强度会明显减弱

B．到达 O 处光的强度不会明显减弱

C．将偏振片 B 转动一个角度，使得 O 处光的强度最大，偏振片 B 转过的角度等于 θ D．将偏振片 A 转动一个角度，使得 O 处光的强度最大，偏振片 A 转过的角度等于 θ



第一章 动量守恒定律

第 1 讲 动量和冲量的基本概念

1.C；2.A；3.A；4.ACD；5.BD；6.AD；

第 2 讲 动量定理

1.BC；2.D；3.B；4.D；5.B；6.*I*＝ *mv*0；

第 3 讲 用动量定理求解流体冲击力

1.B；2.D；3.D；4.B；5.B；6.A；7.B；

第 4 讲 动量守恒定律

1.A；2.BC；3.BC；4.BD；5. *v* = 5.2m/s ；6.(1) cos*θ* =

3

4

(2) *L* =  ；7.(1) *v*1 =  *v*0 (2) *v* =

 *v*0 ；

第 5 讲 动量守恒定律习题专讲

1.A；2.C；3.人至少要以 5.2m/s 的速度(对地)从 A 车跳到 B 车上，才能避免两车相撞；

4.① Δ EP=2.125J②I=18N•s

5.*a* 与 *b* 发生碰撞，但 *b* 没有与墙发生碰撞的条件是 ≥ μ ≥ ；

6.子弹穿出物块时速度 v 的大小为 10m/s；

7. 甲、乙两球的质量之比是

第 6 讲 动量和能量的综合应用

1.D；2.A；

3.(1)*T*=0.6s (2)*v*=2m/s (3)*H*=0.6m；

4.(i)M=20kg(ii)冰块与斜面体分离后不能追上小孩.

5.(1)vA=4.0m/s ，vB=1.0m/s (2)A 先停止 s=0.50m (3)0.91m；

第 7 讲 弹性碰撞和非弹性碰撞

1．A；2．A；3．A；4．A；5．AB；6．AC；7．M；8．(1)*v*1=3m/s(2)*v*=2m/s；

第 8 讲 广义碰撞

1.C；2.D；3.A；4.B；5.D；6.C；7(1)*m*B ＝ ②(2)Δ*E*＝ *m*v ；

第 9 讲 反冲运动

1.A；2.B；3.气体的反作用；前 ；4.D；5.C；6.C；7.B；8.D；

第 10 讲 实验：验证动量守恒定律

1.(1)C；(2)测出两滑块的质量 m1 、m2 ；(3)m1 = m2 或 = 或0 = m1 − m2 ；

2.(1)＞ ；(2)C；(3)B；(4)m1 ⋅ Op=m1 ⋅ OM + m2 ⋅ ON

3.(1)D；(2)m1√LE ＝m1√LD ＋m2√LF ；(3)m1LE ＝m1LD ＋m2LF；

4.(1)BC；(2)m1  = (m1 + m2) × ；(3)小于；

5.(1)C；(2)BC；(3)BD；(4)4:1；

6.(1)> ；(2)B,C ；(3)C；

第二章 机械振动

第 1 讲 简谐运动

1.B；2.D；3.A；4.D；5.D；6.C；7.AB；8.BD；9.BC；

第 2 讲 简谐运动的描述

1.B；2.ABD；3.CD；4.ABE；5.DE；20；

6.(i)证明：以地心为平衡位置，设某时刻物体偏离平衡位置的位移为 x，万有引力提供回复力，

则有 F 回=-G，又 M′=πx3 ⋅ p，解得：F 回=- Gπpm ⋅ x，而Gπpm = k为常数， 即物体做简谐运动.

(ii)t=2512s

7.(i)*x*=(50+300n)cmn=0 ，士 1 ，士 2…(ii)t=0.1s；

第 3 讲 简谐运动的回复力和能量

1.C；2.C；3.C；4.BC；5.AD；

第 4 讲 单摆

1.C；2.D；3.A；4.D；5.BD；6.AB；

第 5 讲 实验：用单摆测重力加速度

1.(1)g =  (2)12.0mm；0.9930m；35.1s (3)√l ；g = ；

2.(1)18.6；(2)ABE；3.(1)A；(2)D；4.(1)98.50；(2)B；(3)9.86；

5.(1)4π2n2 (L+) ；(2)0.8；E = (F1−F3)gT2 ；6.(1)B；(2)ACD；

t 2 8π2

第 6 讲 受迫振动共振

1.C；2.C；3.C；4.A；5.A；6.BD；

第三章 机械波

第 1 讲 波的形成

1.B；2.C；3.D；4.A；5.BD；6.BCD；

第 2 讲 波的图像

1.A；2.D；3.B；4.BCE；5.AC；6.(1)100m/s；(2) B 点从波谷运动到波峰最短时间为 T/2,根据波的周期性可知,B

点从波谷开始经t = (n +)T = (0.2n + 0. 1)s ，n=0 ，1 ，2…时位于波峰.

第 3 讲 波长、频率和波速

1.AD； 2.BD； 3.CD； 4.BC； 5.(1)波速的大小为可以为V1 =  = 5(4n + 1)(n=0 、1 、2 、3)或、 2 、3)或V2 =

=5(4n+3)(n=0 、1 、2 、3) ；(2)若 2T<Δt＜3T，波速的大小为 45m/s；或 55m/s.

第 4 讲 波的反射、折射、衍射和干涉

1.B；2.A；3.D；4.D；5.AC；6.BCD；7.BCD；8.AC；9.ADE；

第 5 讲 多普勒效应

1.C；2.B；3.C；4.B；5.AD；6.ABD；7.AD；

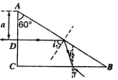
第四章 光

第 1 讲 光的折射

1.A；2.A；3.B；4.BD；5.CDE；6.150°; 7.d = ;

第 2 讲 全反射

1.C；2.D；3.A；4.C；5.AD；

6.(1) ；(2)t = 5a；

7.(1)i = 45°; (2)t = (√62)L；

第 3 讲 光的干涉

1.C；2.A；3.BD；4.BD；5.BC；

第 4 讲 实验：用双缝干涉测量光的波长

1.B；2.BDE；

3.往往表现为粒子性， 在底片上出现一些不规则的点； 往往表现波动性， 在底片上会出现干涉条纹； 粒子性； 波 动性；

4.(1)滤光片(或遮光片)、单缝、双缝；(2)B ；(3)0.640-0.641；10.293- 10.295；536；

5.(1)7.868；(2)676 ；(3)B ，C；

6.(1)B ；(2)676 ；7.(1)变宽；变窄；(2)；

第 5 讲 光的衍射、偏振和激光

1.C；2.D；3.A；4.C；5.AC；6.B；7.ACD；



更多精彩关注牛小悟公众号