## 单摆

## 知识点：单摆

一、单摆及单摆的回复力

1．单摆的组成：由细线和小球组成．

2．理想化模型

(1)细线的质量与小球相比可以忽略．

(2)小球的直径与线的长度相比可以忽略．

3．单摆的回复力

(1)回复力的来源：摆球的重力沿圆弧切线方向的分力．

(2)回复力的特点：在摆角很小时，摆球所受的回复力与它偏离平衡位置的位移成正比，方向总指向平衡位置，即*F*＝－*x*.从回复力特点可以判断单摆做简谐运动．

二、单摆的周期

1．单摆振动的周期与摆球质量无关(填“有关”或“无关”)，在振幅较小时与振幅无关(填“有关”或“无关”)，但与摆长有关(填“有关”或“无关”)，摆长越长，周期越大(填“越大”“越小”或“不变”)．

2．周期公式

(1)提出：周期公式是荷兰物理学家惠更斯首先提出的．

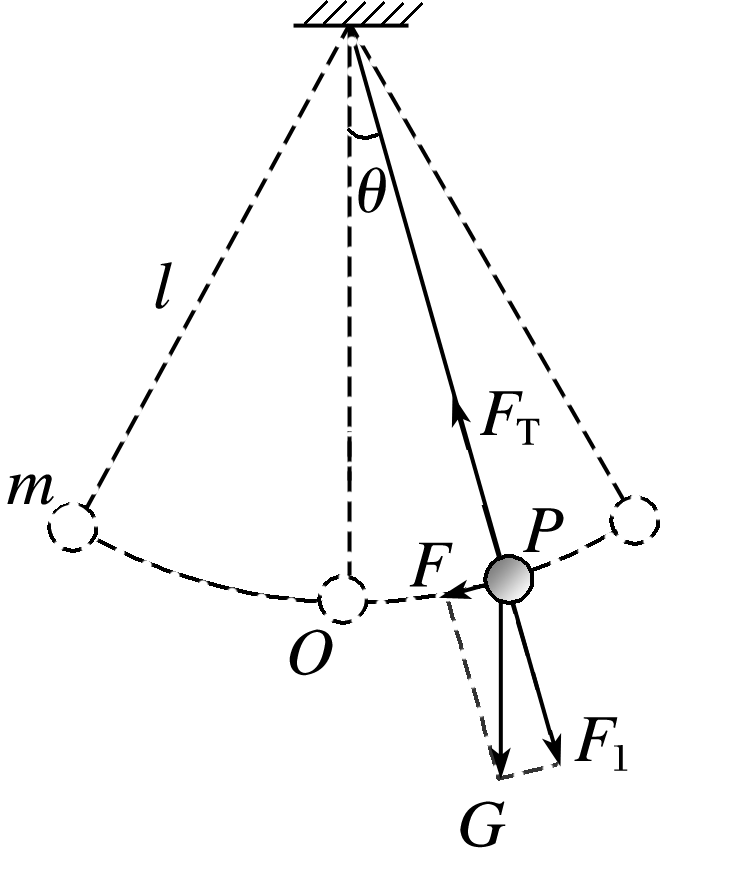
(2)公式：*T*＝2π，即周期*T*与摆长*l*的二次方根成正比，与重力加速度*g*的二次方根成反比，而与振幅、摆球质量无关．

## 技巧点拨

一、单摆的回复力

1．单摆的回复力

(1)摆球受力：如图所示，摆球受细线拉力和重力作用．



图

(2)向心力来源：细线对摆球的拉力和摆球重力沿径向的分力的合力．

(3)回复力来源：摆球重力沿圆弧切线方向的分力*F*＝*mg*sin *θ*提供了使摆球振动的回复力．

2．单摆做简谐运动的推证

在偏角很小时，sin *θ*≈，又回复力*F*＝*mg*sin *θ*，所以单摆的回复力为*F*＝－*x*(式中*x*表示摆球偏离平衡位置的位移，*l*表示单摆的摆长，负号表示回复力*F*与位移*x*的方向相反)，由此知回复力符合*F*＝－*kx*，单摆做简谐运动．

二、单摆的周期

知识深化

1．惠更斯得出了单摆的周期公式并发明了摆钟．

2．单摆的周期公式：*T*＝2π.

3．对周期公式的理解

(1)单摆的周期公式在单摆偏角很小时成立(偏角为5°时，由周期公式算出的周期和准确值相差0.01%)．

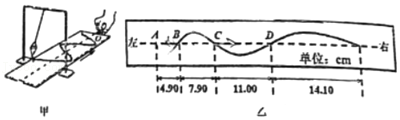
(2)公式中*l*是摆长，即悬点到摆球球心的距离*l*＝*l*线＋*r*球．

(3)公式中*g*是单摆所在地的重力加速度，由单摆所在的空间位置决定．

(4)周期*T*只与*l*和*g*有关，与摆球质量*m*及振幅无关，所以单摆的周期也叫固有周期．

## 例题精练

1．（海淀区校级三模）如图甲，当盛沙的漏斗下面的薄木板被沿箭头方向水平加速拉出时，可近似看作做简谱振动的漏斗漏出的沙在板上形成的一段曲线如图乙所示。当沙摆摆动经过平衡位置时开始计时（设为第Ⅰ次经过平衡位置），当它第30次经过平衡位置时浏得所需的时间为29s（忽略摆长的变化）。根据以上信息，下列说法正确的是（　　）



A．图甲中的箭头方向为图乙中从左到右的方向

B．该沙摆的摆长约为50cm

C．由图乙可知薄木板做的是匀加速运动，且加速度大小约为7.5×10﹣3m/s2

D．当图乙中的C点通过沙摆正下方时，薄木板的速率约为0.095m/s

【分析】根据周期公式T＝2π菁优网-jyeoo计算单摆的摆长；木板做匀加速直线运动，利用中间时刻的速度等于这一段时的平均速度来计算木板的速度大小；利用Δx＝aT2求加速度。

【解答】解：A、木板被沿图甲中箭头方向水平加速拉出，则沿箭头相反方向波形应该越来越长，即图甲中的箭头方向为图乙中从右到左的方向，故A错误；

B、设单摆的周期为T，则有14T+菁优网-jyeooT＝29s，解得T＝2s，由单摆周期公式T＝2π菁优网-jyeoo，可得L＝0.99m，故B错误；

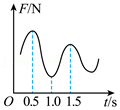
C、由图乙中数据可知，木板在连续且相等的时间段内的位移差恒定，约为Δx＝3.00cm＝0.03m，由匀变速直线运动的规律可知木板做匀加速运动，加速度大小为a＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoom/s2＝3×10﹣2m/s2，故C错误；

D、匀变速直线运动在一段时间间隔的中间时刻的瞬时速度，等于这段时间内的平均速度，所以有vc＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoom/s≈0.095m/s，故D正确。

故选：D。

【点评】本题关键明确单摆的摆动和木板的运动具有等时性，然后结合匀变速直线运动的推论公式Δx＝aT2和单摆的周期公式T＝2π菁优网-jyeoo列式求解。

2．（常熟市校级三模）将力传感器接到计算机上可以测量快速变化的力。将单摆挂在力传感器的探头上，并让单摆小幅度摆动，计算机上显示摆线上拉力大小随时间变化的曲线如图所示。某同学由此图象做出判断，其中正确的是（　　）



A．摆球的周期T＝0.5s

B．单摆的摆长l＝0.25m

C．t＝0.5s时摆球正经过最低点

D．摆球运动过程中机械能不变

【分析】由摆球经过最低点时，拉力最大，判断摆球经过最低点的时刻，进而求得周期；根据T＝2菁优网-jyeoo可求得摆长；由摆球经过最低点时拉力越来越小，可判断机械能减小。

【解答】解：AC.摆球经过最低点时，速度最大，需要的向心力最大，拉力最大，则t＝0.5s时摆球正经过最低点，且摆球连续两次经过最低点的时间间隔△t＝1.5s﹣0.5s＝1s，则周期T＝2△t，即T＝2s，故C正确，A错误；

B.根据T＝2菁优网-jyeoo可求得摆长l≈1m，故B错误；

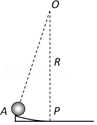
D.由图可知摆球经过最低点时拉力越来越小，则摆球所需的向心力越来越小，速度越来越小，机械能减小，故D错误。

故选：C。

【点评】本题考查了单摆，考查知识点针对性强，难度较小，考查了学生掌握知识与应用知识的能力。

## 随堂练习

1．（扬州模拟）如图所示，表面光滑、半径为R的圆弧形轨道AP与水平地面平滑连接，AP弧长为s，s＜＜R。半径为r的小球从A点静止释放，运动到最低点P时速度大小为v，重力加速度为g，则小球从A运动到P的时间是（　　）



A．t＝菁优网-jyeoo B．t＝菁优网-jyeoo菁优网-jyeoo C．t＝菁优网-jyeoo菁优网-jyeoo D．t＝菁优网-jyeoo菁优网-jyeoo

【分析】小球从A运动到P可以看成单摆运动，根据单摆周期公式和数学知识即可求解时间。

【解答】解：因为AP弧长为s，且s＝R，所以小球做单摆运动，根据单摆的周期公式可得

T＝2菁优网-jyeoo

由题意可知，摆长为

L＝R﹣r

小球从A运动到P的时间为四分之一个周期，即有

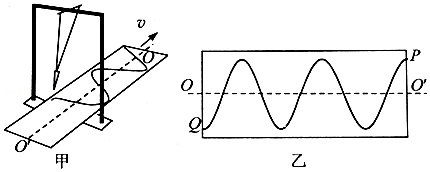
t＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

ACD错误，B正确。

故选：B。

【点评】解答此题的关键是注意小球大小不可忽略，不要将单摆的摆长认为是半径R，然后结合周期公式求解。

2．（烟台模拟）如图甲所示，细线下端悬挂一个除去了柱塞的注射器，注射器内装上墨汁。将摆线拉开一较小幅度，当注射器摆动时，沿着垂直于摆动的方向以速度O匀速拖动木板，得到喷在木板上的墨汁图样如图乙所示，若测得木板长度为L，墨汁图样与木板边缘交点P、Q恰好是振动最大位置处，已知重力加速度为g，则该单摆的等效摆长为（　　）



A．菁优网-jyeoo B．菁优网-jyeoo

C．菁优网-jyeoo D．菁优网-jyeoo

【分析】根据木板移动的距离和速度得出单摆的周期，根据单摆的周期公式求出摆长的大小。

【解答】解：由图乙可知，该单摆恰好摆动2.5个周期，

故满足 菁优网-jyeoo，

单摆周期公式为 T＝2菁优网-jyeoo

联立解得该单摆的等效摆长为

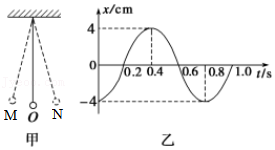
L＝菁优网-jyeoo。

故B正确，ACD错误。

故选：B。

【点评】解决本题的关键掌握单摆的周期公式T＝2π菁优网-jyeoo，知道单摆的周期与振幅无关，由摆长决定。

3．（湖北模拟）如图甲所示，O是单摆的平衡位置，单摆在竖直平面内左右摆动，M、N是摆球所能到达的最远位置。设向右为正方向。图乙是单摆的振动图象。当地的重力加速度大小为10m/s2，下列说法正确的是（　　）



A．单摆振动的周期为0.4s

B．单摆振动的频率是2.5Hz

C．t＝0时摆球在M点

D．单摆的摆长约为0.32m

【分析】单摆做简谐运动，完成一次全振动的时间为一个周期，图上相邻两个最大值之间的时间间隔为一个周期．由图象求出单摆的周期，然后求出频率．已知单摆周期与当地的重力加速度，由单摆周期公式的变形公式可以求出摆长。

【解答】解：A、由题图乙知周期T＝0.8s，故A错误；

B、频率f＝菁优网-jyeooHz＝1.25Hz，故B错误；

C、由题图乙知，t＝0时摆球在负向最大位移处，因向右为正方向，所以开始时摆球在M点.故C正确；

D、由单摆的周期公式菁优网-jyeoo，得l＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoom≈0.16m，故D错误。

故选：C。

【点评】本题关键是明确摆球的运动学规律和动力学规律，然后结合单摆的周期公式列式分析即可，不难。

4．（丰台区期中）同一地点有甲、乙两个单摆，摆球质量之比m甲：m乙＝1：2，它们都在做简谐运动。甲摆动4次时，乙恰好摆动5次．可以判断这两个单摆摆长之比l甲：l乙为（　　）

A．25：16 B．16：25 C．8：5 D．2：5

【分析】据相同时间摆动次数求出甲乙单摆的周期之比；再据单摆周期公式T＝2π菁优网-jyeoo求出摆长之比。

【解答】解：设两个单摆摆动的时间为t，则T甲＝菁优网-jyeoo，T乙＝菁优网-jyeoo，所以菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，

据单摆周期公式T＝2π菁优网-jyeoo得：L＝菁优网-jyeoo，所以菁优网-jyeoo＝（菁优网-jyeoo）2＝菁优网-jyeoo，故A正确，BCD错误；

故选：A。

【点评】本题主要考查了单摆周期公式的应用，根据摆动次数求其周期是解题的关键，灵活应用单摆的周期公式是解题的核心。

# 综合练习

**一．选择题（共15小题）**

1．（北仑区校级期中）下列关于单摆实验过程的具体步骤中，你觉得存在明显问题的是（　　）

A．将细线穿过金属小球上的小孔，在细线的一端打一个稍大一点的结，制成一个单摆

B．将单摆平躺在桌上，用刻度尺、游标卡尺分别测量摆线长度和直径，取半径加线长为摆长

C．铁架台放在桌边，使固定的铁架伸出桌面，然后把单摆固定在铁夹上，使摆球自由下垂

D．当摆动稳定后摆球经过最低点时开始计时，测30～50次全振动的时间，并求出周期

【分析】结合单摆周期公式，确定测重力加速度需要测量的物理量，根据实验步骤即可解题。

【解答】解：为了减小误差，需要用体积小密度大的金属球做为摆球，将细线穿过球上的小孔，打个结，制成一个单摆。将做好的单摆用铁夹固定在铁架台的横杆上，把铁架台放在实验桌边，使铁夹伸到桌面以外，让摆球自由下垂；测摆长时，应将单摆悬挂起来，用刻度尺和游标卡尺测出摆球球心到悬点的距离，当摆动稳定后摆球经过最低点时开始计时，测30～50次全振动的时间，并求出周期，故ACD正确，B错误；

因为选存在问题的，故选：B。

【点评】本题考查了测重力加速度的实验的步骤，理解实验原理是解题的前提与关键。

2．（丰台区期中）关于单摆的运动，下列说法正确的是（　　）

A．单摆摆动时，摆球所受的向心力大小不变

B．摆球经过平衡位置时，所受回复力为零

C．摆球振动的回复力是摆球受到的合力

D．摆球经过平衡位置时，所受合力为零

【分析】单摆振动时，径向的合力提供向心力，回复力等于重力沿圆弧切线方向的分力，通过平衡位置时，回复力为零，合力不为零．

【解答】解：A、单摆振动时，速度大小在变化，根据Fn＝m菁优网-jyeoo知，向心力大小在变化，故A错误；

BC、单摆运动的回复力是重力沿圆弧切线方向的分力，通过平衡位置时，回复力为零，故B正确，C错误；

D、摆球经过平衡位置时，回复力为零，但摆球所受合外力不为零，速度最大，向心力不为零，故D错误。

故选：B。

【点评】本题主要考查了单摆运动特点，解决本题的关键是单摆做简谐运动的回复力的来源，知道经过平衡位置时，回复力为零，合力不为零。

3．（徐汇区校级期中）关于单摆，下列说法正确的是（　　）

A．物体能被看作单摆的条件是摆动时摆角要小于5°

B．摆角小于5°时振动的频率与振幅无关

C．细线拉力与重力的合力提供回复力

D．摆动到最低点时摆球合力为零

【分析】当单摆的摆角较小时，单摆的运动可以看成简谐运动，回复力由重力沿摆球运动轨迹切向的分力提供，通过周期公式判断影响周期的因素。

【解答】解：A、单摆做简谐运动的条件是摆角很小要小于5°，同时物体还要可以看作质点。故A错误；

B、根据f＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo知，单摆的频率与振幅无关，与摆长和当地的重力加速度有关，故B正确；

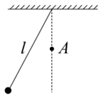
C、单摆的回复力是重力沿摆球运动轨迹切向的分力提供，故C错误；

D、物体在摆动到最低点时摆球合力提供向心力，不为零，故D错误。

故选：B。

【点评】解决本题的关键掌握单摆的周期公式，并能灵活运用，知道到高山上重力加速度较小，难度不大，属于基础题。

4．（山东模拟）细长轻绳下端拴一小球构成单摆，摆长为l，在悬挂点正下方菁优网-jyeoo摆长处有一个能挡住摆线的钉子A，如图所示。现将单摆向左方拉开一个小角度然后无初速度释放。忽略空气阻力，对于以后的运动，下列说法中正确的是（　　）



A．摆球往返运动一次的周期比无钉子时的单摆周期大

B．摆球在左、右两侧上升的最大高度一样

C．摆球在平衡位置左右两侧走过的最大弧长相等

D．摆球在平衡位置右侧的最大摆角是左侧的2倍

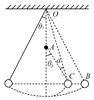
【分析】摆球在摆动过程中，空气阻力忽略，悬线拉力不做功，只有重力做功，机械能守恒，摆球在左、右两侧上升的最大高度一样，画出摆动轨迹，根据T＝2π菁优网-jyeoo判断摆动周期，根据几何关系判断弧长以及摆角关系。

【解答】解：A、根据单摆做简谐运动的周期公式T＝2π菁优网-jyeoo，可知，T与菁优网-jyeoo成正比，摆长减小，周期变小，故A错误；

B、摆球在摆动过程中，空气阻力忽略，悬线拉力不做功，只有重力做功，机械能守恒，摆球在左、右两侧上升的最大高度一样，故B正确；

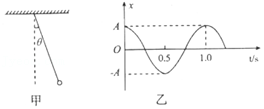
CD、假若无钉子时，摆球摆至右侧最高点B，与初位置对称，若有钉子，摆球摆至右侧最高点C，B、C在同一水平线上，如图所示，由几何关系知θ2＝2α，θ2＜2θ1；摆球在平衡位置左侧走过的最大弧长大于在右侧走过的最大弧长，故CD错误。

故选：B。



【点评】本题考查单摆问题，比较简单，判断摆长变化以及画出摆动轨迹是本题解题关键。

5．（山东模拟）一理想的单摆如图甲所示，振动图像如图乙所示，其振动最大摆角θ＝4°，不计空气阻力，则此摆的摆长l及t＝0.25s时加速度a的大小是（sin4°＝0.0698，cos4°＝0.998，重力加速度g＝10m/s2，π2≈g）（　　）



A．l＝0.25m，a＝0 B．l＝0.25m，a＝0.04m/s2

C．l＝1.0m，a＝0 D．l＝1.0m，a＝0.04m/s2

【分析】由振动图像求周期，再由单摆的周期公式求摆长；由振动图像判断t＝0.25s时的位置，再利用牛顿第二定律求加速度。

【解答】解：由图乙可知，单摆的周期为T＝1.0s

由单摆的周期公式T＝菁优网-jyeoo得：l＝菁优网-jyeoo

解得：l＝0.25m

由图乙知，t＝0.25s时，x＝0，即摆球运动到最低点，

由动能定律：mgl（1﹣cos4°）＝菁优网-jyeoomv2

最低点的加速度即为向心加速度，即a＝菁优网-jyeoo

解得：a＝0.04m/s2

故B正确，ACD错误；

故选：B。

【点评】本题考查了单摆模型和振动图像的综合应用，注意单摆的运动不是真正的简谐运动，在平衡位置时合外力并不为零，摆球做圆周运动需要向心力。

6．（嘉定区二模）一单摆做简谐振动，在偏角减小的过程中，摆球的（　　）

A．速度减小 B．回复力减小 C．位移增大 D．机械能增大

【分析】明确单摆的摆动过程，知道其平衡位置在竖直方向，偏角增大时位移、回复力、加速度增大，而速度减小；偏角减小时位移、回复力、加速度减小，而速度增大；同时明确单摆在振动过程中机械能不变。

【解答】解：AC、单摆做简谐振动，在偏角减小时，摆球向平衡位置处移动，相对于平衡位置的位移一定减小，速度一定增大，故AC错误；

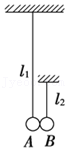
B、在偏角减小时，相对于平衡位置的位移减小，回复力与位移成正比，故回复力减小，故B正确；

D、由于单摆在运动过程中只有重力做功，故机械能守恒，故D错误。

故选：B。

【点评】本题考查简谐运动的性质，要明确做简谐运动物体的位移、速度、加速度以及能量的周期性变化的情况。

7．（武平县校级月考）两个质量相等的弹性小球分别挂在l1＝1.00m、l2＝0.25m的细绳上，两球重心等高，如图所示。现将B球在竖直面内拉开一个较小的角度放开后，从B球开始运动计算，经过4s两球相碰的次数为（　　）



A．3次 B．4次 C．5次 D．6次

【分析】由于两球相撞时交换速度，则球B从最大位移处摆下来碰静止的球A后，球B静止，球A运动，同样球A摆下来碰静止的球B后，球A静止，球B运动．所以，总是只有一个球在摆动，两球总是在最低点相碰．

【解答】解：两质量相等的弹性小球做弹性正碰时，两球速度交换．

由单摆周期公式有：

T1＝2π菁优网-jyeoo＝2×3.14×菁优网-jyeoos＝2s

T2＝2π菁优网-jyeoo＝2×3.14×菁优网-jyeoos＝1s

从释放小球B到第1次相碰经历时间：t1＝菁优网-jyeoo

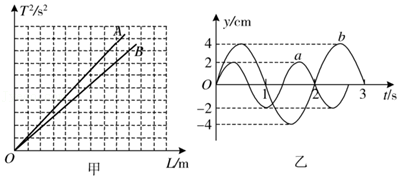
从小球A摆起到第2次相碰经历时间：t2＝菁优网-jyeoo＝1s

可推证到第5次相碰共用时3.25s，到第6次相碰共用时4.25s，故经过4s两球相碰的次数为5次，故ABD错误，C正确；

故选：C。

【点评】本题考查了单摆的周期公式，解决本题的关键是知道两个摆总是一个在动，理解系统的周期．

8．（山东二模）有两位同学利用假期分别去参观位于天津市的“南开大学”和上海市的“复旦大学”，他们各自利用那里的实验室中DIS系统探究了单摆周期T和摆长L的关系。然后通过互联网交流实验数据，并用计算机绘制了如图甲所示的T2﹣L图像。另外，去“复旦大学”做研究的同学还利用计算机绘制了他实验用的a、b两个摆球的振动图像，如图乙所示。下列说法正确的是（　　）



A．甲图中“南开大学”的同学所测得的实验结果对应的图线是A

B．甲图中图线的斜率表示对应所在位置的重力加速度的倒数

C．由乙图可知，a、b两摆球振动周期之比为3：2

D．由乙图可知，t＝1s时b球振动方向沿y轴负方向

【分析】根据合单摆的周期公式列出T2﹣L的方程，根据其斜率确定重力加速度的大小；根据周期的定义可求ab的周期之比；根据图线的斜率确定振动方向。

【解答】解：AB、根据单摆的周期公式T＝菁优网-jyeoo得：

菁优网-jyeoo 图线的斜率k＝菁优网-jyeoo

因为随着纬度的增大，重力加速度增大，故 g南开＞g复旦，由甲图可知，图线B的斜率较小，则对应的重力加速度较大，故甲图中“南开大学”的同学所测得的实验结果对应的图线是B，故AB错误。

C、周期指完成一次全振动所需的时间，由图乙可知

菁优网-jyeoo＝2 Ta＝菁优网-jyeoos Tb＝2s

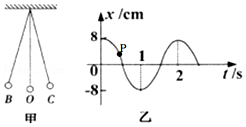
菁优网-jyeoo，故C错误。

D、由乙图可知，t＝1s时b球处于平衡位置向y轴负方向振动，故D正确。

故选：D。

【点评】本题考查了单摆的周期公式和图线的综合运用，通过图线得出单摆的周期之比是关键，注意图线的斜率是求重力加速度大小的关键，难度适中。

9．（浙江模拟）如图甲所示，O是单摆的平衡位置，B、C是摆球所能达到的最远位置，以向右摆动为正方向，此单摆的振动图象如图乙所示，则（　　）



A．单摆的振幅是16cm

B．单摆的摆长约为1m

C．摆球经过O点时，速度最大，加速度为零

D．P点时刻摆球正在OC间向正方向摆动

【分析】从振动图像上可以得出单摆的周期和振幅以及振动方向；结合周期公式可求摆长

【解答】解：A、振幅是物体离开平衡位置的最大距离，由图乙知，单摆的振幅为8cm，故A错误；

B、由图乙知，单摆的周期T＝2s，根据单摆周期公式菁优网-jyeoo得：l≈1m，故B正确；

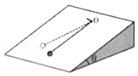
C、摆球经过O点时，速度最大，但此时摆球所受的重力和绳子拉力的合力提供向心力，由牛顿第二定律知，此时摆球的加速度不为零，故C错误；

D、x﹣t图像的斜率表示速度，由图乙知，P点时刻摆球沿负方向运动，此时摆球的位移为正，即摆球位于OC间，所以P点时刻摆球正在OC间向负方向运动，故D错误。

故选：B。

【点评】本题主要考查单摆的振动图像及其周期公式等，注意单摆的振动是摆角很小时近似看成简谐运动，并不是合外力提供回复力，要知道沿半径方向需要向心力。

10．（潍坊期末）如图所示，一根不可伸长的细绳下端拴一小钢球，上端系在位于光滑斜面O处的钉子上，小球处于静止状态，细绳与斜面平行。现使小球获得一平行于斜面底边的初速度，使小球偏离平衡位置，最大偏角小于5%。已知斜面倾角为θ，悬点到小球球心的距离为L，重力加速度为g。则小球回到最低点所需的最短时间为（　　）



A．π菁优网-jyeoo B．π菁优网-jyeoo C．π菁优网-jyeoo D．π菁优网-jyeoo

【分析】单摆在斜面上的运动可以利用等效重力加速度和单摆的周期公式求解。

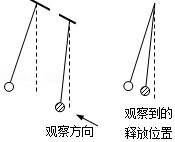
【解答】解：光滑斜面上，单摆的等效重力加速度g′＝gsinθ，根据单摆的周期公式可得：T＝2π菁优网-jyeoo＝2菁优网-jyeoo，小球回到最低点所需的最短时间为半个周期，

所以tmin＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，故ABD错误，C正确。

故选：C。

【点评】单摆重力的垂直斜面分力与支持力二力平衡，重力沿斜面向下的分力可以看做单摆的“重力”，即等效重力法。

11．（金山区期末）如图，两个摆长相同的单摆一前一后悬挂在同一高度，虚线表示竖直方向，分别拉开一定的角度（都小于5°）同时由静止释放，不计空气阻力。沿两单摆平衡位置的连线方向观察，释放后可能看到的是（　　）



A．菁优网：http://www.jyeoo.com B．菁优网：http://www.jyeoo.com C．菁优网：http://www.jyeoo.com D．菁优网：http://www.jyeoo.com

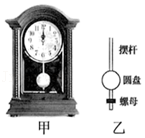
【分析】根据T＝2π菁优网-jyeoo知两单摆的周期相同，据此分析。

【解答】解：因为图中是两个摆长相同的单摆，根据T＝2π菁优网-jyeoo知两单摆的周期相同，两单摆应同时到达平衡位置，同时到达各自的最大位移处，故ABD错误，C正确。

故选：C。

【点评】解答本题的关键是知道两个单摆的周期相同。

12．（朝阳区期末）图甲为生活中常见的一种摆钟，图乙为摆钟内摆的结构示意图，圆盘固定在摆杆上，螺母可以沿摆杆上下移动。在龙岩走时准确的摆钟移到北京，要使摆钟仍然走时准确，则（　　）



A．因摆钟周期变大，应将螺母适当向上移动

B．因摆钟周期变大，应将螺母适当向下移动

C．因摆钟周期变小，应将螺母适当向上移动

D．因摆钟周期变小，应将螺母适当向下移动

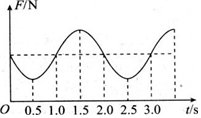
【分析】根据单摆的周期公式T＝2π菁优网-jyeoo，结合重力加速度随纬度的变化规律，即可判断各选项的正误。

【解答】解：在地球的表面，随着纬度的增高，重力加速度在增大，摆钟由福建龙岩移到北京，重力加速度g变大，根据单摆的周期公式T＝2π菁优网-jyeoo可知，T变小，要使摆钟仍然走时准确，则需要增大L，将螺母适当向下移动，故D正确，ABC错误。

故选：D。

【点评】解答该题的关键是知道重力加速度随纬度而变化的规律，然后结合单摆周期公式来分析即可。

13．（垫江县校级月考）将力传感器连接到计算机上可以测量快速变化的力，用此方法测得的秋千在小幅度自由摆动过程中，摆线上拉力的大小随时间变化的曲线如图所示，取g＝π2m/s2。由图线提供的信息做出的判断正确的是（　　）



A．秋千在t＝0.5s时刻具有最大速度

B．秋千在t＝1.0s时刻具有最大速度

C．秋千运动的周期等于2s

D．秋千的摆长等于4m

【分析】当悬线的拉力最大时，秋千通过最低点，由图读出秋千经过最低点的时刻；

秋千在摆动的过程中，从拉力最小到最大经历的时间为菁优网-jyeoo，据此求周期和摆长。

【解答】解：AB、由图可知t＝0.5s时秋千对悬线的拉力接近最小值，可知秋千在最高点，速度最小；

由图可知t＝1.0s时秋千对悬线的拉力介于最大值和最小值之间，速度也介于最大值和最小值之间；

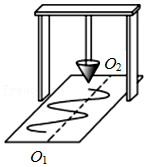
由图读出t＝1.5s时，当悬线的拉力最大时，秋千通过最低点，此时速度最大，故AB错误；

CD、秋千从最低点到最高点的时间为1s，则秋千的摆动周期大约T＝4s，根据单摆的周期公式T＝2π菁优网-jyeoo可得：菁优网-jyeoo，故C错误，D正确。

故选：D。

【点评】本题考查读图能力，关键抓住最高点和最低点两个位置悬线拉力的特点分析周期，根据周期公式求解其摆长。

14．（海安市期中）如图所示，一轻质漏斗装满砂子，用细线悬挂该漏斗做成一单摆。在漏斗小角度摆动砂子缓慢漏出时，沿O1O2方向匀速拉动木板，漏出的砂子在木板上会形成图示曲线，不计摆动时所受空气阻力，则下列说法正确的是（　　）



A．由于漏斗中砂子重心降低，摆动的周期增大

B．由于漏斗中砂子重心降低，摆动的周期减小

C．由于漏斗中砂子质量减少，摆动的周期增大

D．由于漏斗中砂子质量减少，摆动的周期减小

【分析】根据题意判断单摆摆长如何变化，然后根据单摆周期公式分析答题。

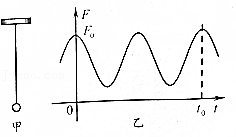
【解答】解：AB、细线悬点到砂子重心的距离是单摆摆长，由于漏斗中砂子重心降低，单摆的摆长L变大，由单摆周期公式T＝2π菁优网-jyeoo可知，单摆周期T变大，故A正确，B错误；

CD、由单摆周期公式T＝2π菁优网-jyeoo可知，漏斗中砂子的质量对单摆周期没有影响，漏斗中砂子质量减少不会对单摆周期造成影响，故CD错误。

故选：A。

【点评】本题考查了单摆周期公式的应用，根据题意判断单摆摆长如何变化，应用单摆周期公式即可解题。

15．（广元期末）如图甲所示，一单摆悬挂在拉力传感器上。让单摆在竖直面内做小角度摆动，拉力传感器显示绳子拉力F的大小随时间t的变化图象如图乙所示，已知当地的重力加速度为g，则根据图乙中的数据可知（　　）



A．此单摆的周期T＝菁优网-jyeoo

B．此摆球的质量为m＝菁优网-jyeoo

C．此单摆的摆长L＝菁优网-jyeoo

D．在t＝菁优网-jyeoo时刻摆球的回复力最小

【分析】由图象可以看出周期，根据单摆的周期公式T＝2菁优网-jyeoo，可以得到摆长；根据单摆的运动规律分析不同时刻回复力的情况。

【解答】解：A、由F﹣t图象可知，单摆在最低点即平衡位置时，拉力传感器由最大示数即F0，单摆一个周期经过平衡位置2次，故此单摆的周期T＝t0，故A错误；

B、根据牛顿第二定律可知F0﹣mg＝m菁优网-jyeoo＞0，则F0＞mg，即m＜菁优网-jyeoo，故B错误；

C、根据单摆周期T＝2菁优网-jyeoo，得：L＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，故C正确；

D、在t＝菁优网-jyeoo时刻，绳的拉力最小，由牛顿第二定律，当摆线与竖直方向成θ角时 F﹣mgcosθ＝m菁优网-jyeoo，此时摆球速度最小，摆球离平衡位置最远，此时的回复力最大，故D错误。

故选：C。

【点评】此题关键是知道摆球所受重力沿切线方向的分力提供回复力，熟练掌握单摆的周期公式，会由周期公式得到摆长的计算公式。

**二．多选题（共15小题）**

16．（青羊区校级模拟）一同学在探究单摆的运动规律时，测得单摆50次全振动所用的时间为120s。已知当地的重力加速度大小g＝9.80m/s2，π2≈9.8.则（　　）

A．该单摆做简谐运动时，在速度增大的过程中回复力一定减小

B．该单摆做简谐运动的周期为1.2s

C．该单摆的摆长约为1，44m

D．若杷该单摆放在月球上，则其摆动周期变大

E．若把该单摆的摆长碱小为原来的一半，则其振动的周期为菁优网-jyeoos

【分析】根据单摆运动热点，单摆的速度越大距平衡位置越近回复力越小，再根据单摆的周期公式列式分析即可。

【解答】解：A、该单摆做简谐运动时，在速度增大的过程中，逐渐靠近平衡位置，所以回复力一定减小，故A正确；

B、该单摆做简谐运动的周期为T＝菁优网-jyeoos＝2.4s，故B错误；

C、根据单摆的周期公式可得该单摆的摆长为L＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoos≈1.44m，故C正确；

D、若把该单摆放在月球上，则重力加速度减小，根据T＝2菁优网-jyeoo，可知其摆动周期变大，故D正确；

E、若把该单摆的摆长减小为原来的一半，则周期应减小为原来的菁优网-jyeoo，即T′＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoos，故E错误。

故选：ACD。

【点评】本题考查单摆相关内容，比较简单，熟记单摆运动特点以及利用单摆周期公式进行求解是本题解决关键。

17．（洛阳月考）如图所示，一弹簧振子沿x轴做简谐运动，平衡位置在坐标原点O。t＝0时振子的位移为﹣0.1m，t＝1s时位移为0.1m，则下列判断正确的是（　　）

A．若振幅为0.1m，振子的周期可能为菁优网-jyeoos

B．若振幅为0.1m，振子的周期可能为2s

C．若振幅为0.2m，振子的周期可能为4s

D．若振幅为0.2m，振子的周期可能为6s

【分析】t＝0时刻振子的位移x＝﹣0.1m，t＝1s时刻x＝0.1m，关于平衡位置对称；如果振幅为0.1m，则1s为半周期的奇数倍；如果振幅为0.2m，分靠近平衡位置和远离平衡位置分析。

【解答】解：AB、t＝0时刻振子的位移x＝﹣0.1m，t＝1s时刻x＝0.1m，如果振幅为0.1m，则：（n+菁优网-jyeoo）T＝t

解得：T＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

当n＝0时，T＝2s；

当n＝1时，T＝菁优网-jyeoos；

当n＝2时，T＝菁优网-jyeoos

故AB正确；

CD、t＝0时刻振子的位移x＝﹣0.1m，t＝1s时刻x＝0.1m，如果振幅为0.2m，结合位移时间关系图象，有：

t＝菁优网-jyeoo+nT ①

或者t＝菁优网-jyeoo+nT ②

或者t＝菁优网-jyeoo+nT ③

对于①式，当n＝0时，T＝2s；

对于①式，当n＝1时，T＝菁优网-jyeoos；

对于②式，当n＝0时，T＝菁优网-jyeoos；

对于②式，当n＝1时，T＝菁优网-jyeoos

对于③式，当n＝0时，T＝6s；

对于③式，当n＝1时，T＝菁优网-jyeoos

故CD错误；

故选：AB。

【点评】本题中，0时刻和1s时刻的速度有两种方向，考虑4种情况，还要考虑多解性，不难。

18．（河北模拟）一同学在探究单摆的运动规律时，测得单摆20次全振动所用的时间为60s。已知当地的重力加速度大小g＝9.80m/s2，则（　　）

A．该单摆做简谐运动时，在速度增大的过程中回复力一定减小

B．该单摆做简谐运动的周期为1.5s

C．该单摆的摆长约为2.25m（π2≈9.8）

D．若杷该单摆放在月球上，则其摆动周期变大

E．若把该单摆的摆长减小为原来的一半，则其振动的周期为3菁优网-jyeoos

【分析】根据单摆运动热点，单摆的速度越大距平衡位置越近回复力越小，再根据单摆的周期公式列式求解。

【解答】解：A、单摆的速度越大距平衡位置越近回复力越小，故A正确；

B、由公式T＝菁优网-jyeoo解得T＝3s，故B错误；

C、由公式T＝2菁优网-jyeoo，解得l＝2.25m，故C正确；

D、由于月球上的重力加速度较小所以周期变大，故D正确；

E、把摆长减小为原来的一半，则T′＝2菁优网-jyeoo，解得T′＝菁优网-jyeoo，故E错误；

故选：ACD。

【点评】本题考查单摆相关内容，比较简单，熟记单摆运动特点以及利用单摆周期公式进行求解是本题解决关键。

19．（上高县校级月考）下列说法正确的是（　　）

A．单摆在周期性外力作用下做受迫振动，其振动周期与单摆的摆长无关

B．产生多普勒效应的原因是波源频率发生了变化

C．偏振光可以是横波，也可以是纵波

D．做简谐运动的质点，先后经过同一位置时，速度可能不同

E．肥皂泡在阳光下色彩缤纷是光的干涉现象

【分析】单摆在周期性外力作用下做受迫振动，其振动周期等于驱动力周期，与固有周期无关；产生多普勒效应的原因是观察者与波源的相对运动导致观察者接收的频率发生了变化；偏振光是垂直于传播方向的平面上，只沿某个特定方向振动，是横波而不纵波；做简谐振动的质点先后经过同一位置时，速度有两种方向，速度不相同；薄膜干涉。

【解答】解：A、单摆在周期性外力作用下做受迫振动，其振动周期等于驱动力周期，与固有周期无关，而单摆的固有周期与摆长有关，所以其振动周期与单摆的摆长无关。故A正确。

B、产生多普勒效应的原因是观察者与波源的相对运动导致观察者接收的频率发生了变化，而波源的频率不变，故B错误；

C、偏振光是垂直于传播方向的平面上，只沿某个特定方向振动，偏振光是横波不是纵波，故C错误；

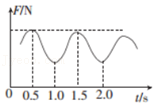
D、由于经过同一位置时速度有两种不同的方向，所以做简谐振动的质点先后经过同一位置时，速度方向可能不同，速度可能不相同。故D正确。

E、肥皂泡在阳光下色彩缤纷是光的薄膜干涉现象，故E正确。

故选：ADE。

【点评】本题考查了受迫振动、多普勒效应、偏振光及光的干涉。需知道受迫振动与单摆的周期公式，并理解光的干涉与多普勒效应现象。

20．（河北月考）将某单摆的摆线上端系在一个力传感器上，单摆摆动过程中，摆线张力随时间的变化规律如图所示。已知单摆的摆角小于5°，取π2＝g（重力加速度的大小），则下列说法正确的是（　　）



A．单摆的周期T＝1s

B．单摆的摆长L＝1m

C．t＝0.5s时，摆球正经过最低点

D．摆球运动过程中周期越来越小

【分析】单摆经过平衡位置时的速度最大，摆线的张力最大；在一个周期内摆球两次经过平衡位置；根据图示图象分析清楚单摆的运动过程，求出单摆的周期；应用单摆的周期公式求出单摆的摆长。

【解答】解：A、摆球经过平衡位置时摆线张力最大，图示图象可知，单摆连续两次通过平衡位置的时间差为1s，单摆的振动周期为2s，故A错误；

B、由单摆的周期公式T＝2π菁优网-jyeoo可知，单摆摆长：L＝菁优网-jyeoom＝1m，故B正确；

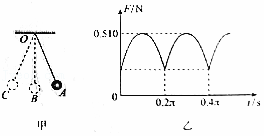
C、由图示图象可知，t＝0.5s时摆线的拉力最大，所以摆球正经过最低点，故C正确；

D、摆线张力的极大值发生变化，说明摆球在最低点时的速度大小发生了变化，所以摆球做阻尼振动，振幅越来越小，因为周期与振幅无关，所以单摆的周期不变，故D错误。

故选：BC。

【点评】本题考查了单摆周期公式的应用，根据图示图象分析清楚单摆运动过程是解题的前提与关键，应用单摆周期公式即可解题。

21．（大连期末）在图甲中，力传感器固定在O点，将单摆悬挂在传感器上，摆球在竖直面内的A、C之间来回摆动，乙图表示细线对摆球的拉力大小F随时间t变化的曲线，g取10m/s2，根据这些信息，可以求出的物理量有（　　）



A．摆球的质量 B．单摆的频率

C．单摆的摆长 D．摆球的最大速度

【分析】由图象可以看出周期，由f＝菁优网-jyeoo求得单摆的频率，根据单摆的周期公式T＝2π菁优网-jyeoo，可以得到摆长；由于摆球的摆角未知，所以无法求得摆球的质量和摆球的最大速度。

【解答】解：AD、摆球重力沿切线方向的分力提供回复力，摆球在最低点时，根据牛顿第二定律得：Fm﹣mg＝菁优网-jyeoo，根据机械能守恒定律：mgL（1﹣cosθ）＝菁优网-jyeoo，由于摆球的摆角未知，所以无法求得摆球的质量和摆球的最大速度，故AD错误；

B、由图象可以看出单摆的周期T＝0.4πs，则单摆的频率为：f＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeooHz＝菁优网-jyeooHz，故B正确；

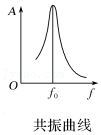
C、根据T＝2π菁优网-jyeoo，得摆长为：L＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoom＝0.4m，故C正确；

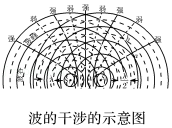
故选：BC。

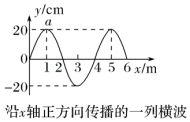
【点评】摆球所受重力沿切线方向的分力提供回复力，熟练掌握单摆的周期公式，会由周期公式得到摆长的计算公式。

22．（沙河口区校级月考）下列四幅图分别对应四种说法，其中正确的是（　　）

A．若匀速拉动木板的速度较大，则由图象测得简谐运动的周期较大

B．系统的固有频率为f0

C．频率相同的两列波叠加，使某些区域的振动加强，某些区域的振动减弱，这种现象叫作波的干涉

D．若简谐波的波速为200m/s，从图示时刻开始，质点a经0.01s通过的路程为40m

【分析】匀速拉动木板的速度较大，会导致图象的横坐标变大但单摆运动的固有周期不变；当驱动力的频率与固有频率相同时，出现共振现象，振幅最大；不论横波还是纵波都有可能发生干涉现象；根据图象得出波长，应用周期公式求出波的周期，根据质点在平衡位置附近做简谐运动判断质点a通过的路程。

【解答】解：A、若匀速拉动木板的速度较大，会导致图象的横坐标变大，但对应的时间不变，简谐运动的周期与单摆的固有周期相同，故A错误；

B、当驱动力的频率与固有频率相同时，出现共振现象，振幅最大，二者差别越大，振幅越小，由图可知固有频率为f0，故B正确；

C、频率相同的两列波叠加，使某些区域的振动加强，某些区域的振动减弱，这种现象叫做波的干涉，横波与纵波都有可能发生干涉现象，故C正确；

D、由图可知，该波的波长是4 m，则周期T＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoos＝0.02s，从图示时刻开始，质点a经0.01s，即半个周期，a恰好到达负的最大位移处，通过的路程为0.4m，故D错误。

故选：BC。

【点评】本题考查的是沙摆演示简谐运动、共振曲线、波的干涉示意图、波形图等知识，涉及内容多，要重在平时的积累。

23．（泰州模拟）下述说法正确的有（　　）

A．将单摆从地球表面移到距地面高度等于地球半径R处的宇宙飞船中，摆动周期变为地球表面周期的2倍

B．伦琴射线实际上是波长比可见光更短的电磁波

C．全息照片往往用激光来拍摄，主要是利用了激光的相干性

D．狭义相对论认为，在一切参考系中，物理规律都相同

【分析】单摆从地球表面宇宙飞船中，完全失重，单摆不会摆动。、伦琴射线实际上是波长比可见光更短的电磁波。全息照片是利用激光的相干性；狭义相对论认为：一切物理规律在不同的惯性参考系中都相同。

【解答】解：A、单摆从地球表面移到距地面高度等于地球半径R处的宇宙飞船中，完全失重，单摆不会摆动。故A错误。

B、伦琴射线实际上是波长比可见光更短的电磁波，故B正确。

C、全息照片往往用激光来拍摄，主要是利用了激光的相干性，故C正确；

D、根据狭义相对论的基本原理可知：一切物理规律在不同的惯性参考系中都相同。故D正确。

故选：BCD。

【点评】注意在宇宙飞船中，物体的重力完全提供向心力，完全失重，单摆无法摆动。理解记忆狭义相对论的基本原理。

24．（沙坪坝区校级模拟）在以下各种说法中，正确的是（　　）

A．一单摆做简谐运动，摆球相继两次通过一同位置时的速度必相同

B．机械波和电磁波本质上不相同，但它们都能发生反射、折射、干涉和衍射现象

C．横波在传播过程中，相邻的波峰通过同一质点所用的时间为一个周期

D．变化的电场一定产生变化的磁场；变化的磁场一定产生变化的电场

E．相对论认为：真空中的光速大小在不同惯性参考系中都是相同的

【分析】简谐运动，摆球相继两次通过一同位置时的速度大小必相同；机械波和电磁波本质上不相同，前者不能在真空中传播，而后者可以传播，但都能发生反射、折射、干涉与衍射现象；横波在传播过程中，介质中的质点不随波向前移动，向前移动的是波的形式。电磁场理论：变化的电场产生磁场，而变化的磁场会产生电场；根据狭义相对论光速不变原理分析光速的特点。

【解答】解：A、一单摆做简谐运动，摆球相继两次通过一同位置时的速度大小必相同，方向不一定相同，故A错误；

B、机械波和电磁波本质上不相同，前者是机械振动在介质中传播，而电磁波由变化电磁场产生的，可以在真空中传播，但它们都能发生反射、折射、干涉和衍射现象，故B正确；

C、横波在传播过程中，介质中的质点不随波向前移动，向前移动的是波的形式，故相邻的波峰通过同一质点所用的时间为一个周期，故C正确。

D、根据麦克斯韦电磁场理论得知，变化的电场一定产生磁场，但不一定产生变化的磁场；变化的磁场一定产生电场，但不一定产生变化的电场；故D错误；

E、根据狭义相对论光速不变原理可知，真空中的光速在不同惯性参考系中都是相同的，故E正确。

故选：BCE。

【点评】考查简谐运动中矢量大小对称性，注意矢量的方向性，理解干涉和衍射是波具有的特性，掌握波的质点不随着波迁移，注意电磁理论中变化的含义。

25．（和平区校级期中）下列关于单摆的认识说法正确的是（　　）

A．摆球运动到平衡位置时，合力为零

B．将摆钟由广州移至哈尔滨，为保证摆钟的准确，需要将钟摆调短

C．在利用单摆测量重力加速度的实验中，将绳长当做摆长代入周期公式会导致计算结果偏小

D．将单摆的摆角从5°改为3°，单摆的周期不变

【分析】摆球运动到平衡位置时，回复力为零，单摆的回复力是重力沿摆球运动轨迹切向的分力，不是摆线的拉力与重力的合力，合力不为零。

由单摆的周期公式分析单摆的周期与哪些因素有关，与哪些因素无关。

单摆做简谐运动的条件是摆角很小，小于5°。

【解答】解：A、根据简谐运动的规律可知，摆球运动到平衡位置时，回复力为零，但由于有向心加速度，合力提供向心力，合力不为零，故A错误；

B、将摆钟由广州移至哈尔滨，则g变大，根据T＝2π菁优网-jyeoo可知，为保证摆钟的准确，需要将钟摆调长，故B错误；

C、根据单摆周期公式的变形可知，g＝菁优网-jyeoo 可知，在利用单摆测量重力加速度的实验中，将绳长当做摆长代入周期公式会导致计算结果偏小，故C正确；

D、单摆的周期与摆角大小无关，将单摆的摆角从5°改为3°，单摆的周期不变，故D正确。

故选：CD。

【点评】此题考查了单摆的周期公式，对于单摆的回复力、周期公式、简谐运动的条件是重点，通过周期公式，掌握单摆的周期与什么因素有关。

26．（浙江模拟）发生下列哪一种情况时，单摆周期会减小（　　）

A．减小摆长

B．减小摆球质量

C．减小单摆振幅

D．将单摆由高山山顶移至山下

【分析】根据单摆周期公式T＝菁优网-jyeoo分析即可。

【解答】解：根据单摆周期公式菁优网-jyeoo可知：

A、减小摆长，周期减小，故A正确；

B、减小摆球质量，周期不变，故B错误；

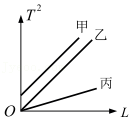
C、减小单摆振幅，周期不变，故C错误；

D、将单摆由高山山顶移至山下，则g变大，周期变小，故D正确。

故选：AD。

【点评】会根据单摆周期的公式分析各个量变化引起的周期变化。

27．（广州模拟）用单摆测定重力加速度g的实验。如图，甲、乙、丙分别是三位同学做出的单摆周期平方与摆长的T2﹣L图线。其中甲、乙平行，乙、丙均过原点，根据乙求出的g值接近当地重力加速度的值，则下列分析正确的是 （　　）



A．根据甲求出的g值大于根据乙求出的g值

B．根据丙求出的g值大于根据乙求出的g值

C．根据T2﹣L图线，可以由g＝菁优网-jyeoo求出g的值

D．甲不过原点的原因可能是误将悬点到摆球上端的距离记为摆长L

E．丙偏离乙的原因可能是记录时误将摆球经过平衡位置的次数当成全振动的次数

【分析】根据单摆的周期公式变形得出T2与L的关系式，再分析T2﹣L图象中g与斜率的关系，得到g的表达式。根据重力加速度的表达式，分析各图线与b之间的关系。

【解答】解：AB、根据单摆的周期公式T＝2π菁优网-jyeoo得：T2＝菁优网-jyeoo，根据数学知识可知，T2﹣L图象的斜率k＝菁优网-jyeoo，当地的重力加速度为：g＝菁优网-jyeoo

由于甲乙平行即斜率k相等，所以甲求出的g值等于根据乙求出的g值，由于丙的斜率小于乙的斜率，则根据丙求出的g值大于根据乙求出的g值，故A错误，B正确；

C、根据单摆的周期公式T＝2π菁优网-jyeoo得：菁优网-jyeoo，则重力加速度菁优网-jyeoo，故C错误；

D、对于甲，若测量摆长时忘了加上摆球的半径，则摆长变成摆线的长度L，则有：T2＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，

根据数学知识可知，对T2﹣L图象来说，T2＝菁优网-jyeoo，乙线T2＝菁优网-jyeoo斜率相等，两者应该平行，菁优网-jyeoo是截距，

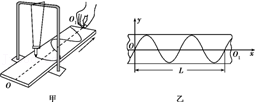
故做出的T2﹣L图象中甲线的原因可能是误将悬点到小球上端的距离记为摆长L．故D正确；

E、实验中误将摆球经过平衡位置的次数当成全振动的次数，则周期的测量值偏小，导致重力加速度的测量值偏大，图线的斜率k偏小，故E正确；

故选：BDE。

【点评】该题全面考查重力加速度的测量、数据的处理以及误差的分析，要掌握单摆的周期公式，从而求解重力加速度，摆长、周期等物理量之间的关系。

28．（海淀区校级期末）如图甲所示，细线下悬挂一个除去了柱塞的注射器，注射器可在竖直面内摆动，且在摆动过程中能持续向下流出一细束墨水。沿着与注射器摆动平面垂直的方向匀速拖动一张硬纸板，摆动的注射器流出的墨水在硬纸板上形成了如图乙所示的曲线。注射器喷嘴到硬纸板的距离很小，且摆动中注射器重心的高度变化可忽略不计。若按图乙所示建立xOy坐标系，则硬纸板上的墨迹所呈现的图样可视为注射器振动的图象。关于图乙所示的图象，下列说法中正确的是（　　）



A．x轴表示拖动硬纸板的速度

B．y轴表示注射器振动的位移

C．匀速拖动硬纸板移动距离0.5L的时间等于注射器振动的周期

D．拖动硬纸板的速度增大，可使注射器振动的周期变短

【分析】注射器在硬纸板上沿垂直于OO1的方向振动，硬纸板上OO1轴上的坐标代表时间，与OO1垂直的坐标代表位移，匀速拖动硬纸板是为了用相等的距离表示相等的时间。注射器振动周期与拖动硬纸板的速度无关。

【解答】解：A、注射器振动周期一定，根据硬纸板上记录的完整振动图象的个数可确定出时间长短，所以硬纸板上x轴上的坐标代表时间，故A错误；

B、硬纸板上与OO′垂直的坐标是变化的，即y轴代表了注射器的位移，故B正确；

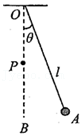
C、由图乙可知，匀速拖动硬纸板移动距离0.5L的时间等于注射器振动的周期，故C正确；

D、注射器振动周期与拖动硬纸板的速度无关。拖动硬纸板的速度增大，注射器振动周期不改变，故D错误。

故选：BC。

【点评】本题与教科书沙摆实验相似，采用描迹法得到简谐运动的图象，关键要抓住注射器的运动与硬纸板运动的同时性，知道位移是周期性变化的。

29．（南通期末）如图，长为l的轻绳上端固定在O点，下端系一小球（小球可视为质点）。在O点正下方距O点菁优网-jyeoo处的P点固定一小钉子。现将小球拉至A点，使细线与竖直方向间夹角为θ（θ很小），然后由静止释放小球。小球运动的最低点为B，点C（图中未标出）是小球能够到达的左方最高位置。A、B、P、O在同一竖直平面内，重力加速度为g，不计空气阻力。下列说法正确的有（　　）



A．点C与点A等高

B．点C在点A上方

C．小球摆动的周期为菁优网-jyeoo

D．小球摆动的周期为菁优网-jyeoo

【分析】小球摆动过程中，只有重力做功，机械能守恒；左右两侧摆动过程摆长不同，根据单摆的周期公式求解周期。

【解答】解：AB、小球摆动过程中，只有重力做功，机械能守恒，由于夹角为θ很小，可知两侧最高点动能均为零，故重力势能也相等，故最大高度相同，即点C与点A等高，故A正确，B错误；

CD、小球B→A→B的时间为：t1＝菁优网-jyeooT1＝菁优网-jyeoo；

小球B→C→B的时间为：t2＝菁优网-jyeooT2＝菁优网-jyeoo；

故小球摆动的周期为：T＝t1+t2＝菁优网-jyeoo，故C错误，D正确；

故选：AD。

【点评】解答该题关键是明确小球摆动过程中机械能守恒，同时要能够结合单摆的周期公式列式求解，基础题。

30．（新邱区校级期末）下列说法中正确的是（　　）

A．把调准的时钟，由北京移至赤道，这个钟将变快

B．振动的频率越高，则波传播一个波长的距离所用的时间越短

C．1905年爱因斯坦提出的狭义相对论是以相对性原理和光速不变原理这两条基本假设为前提的

D．调谐是电磁波发射应该经历的过程，调制是电磁波接收应该经历的过程

E．普朗克认为原子激发时发出的光的频率可以是任意值

【分析】调准的摆钟，由北京移至赤道，由于重力加速度变小，这个钟将变慢；振动的频率越高，则波传播一个波长的距离所用的时间越短；1905年爱因斯坦提出的狭义相对论是以相对性原理和光速不变原理这两条基本假设为前提的；调制是电磁波发射应该经历的过程，调谐是电磁波接收应该经历的过程；

【解答】解：A、调准的摆钟，由北京移至赤道，由于重力加速度变小，根据单摆的周期公式：T＝2π菁优网-jyeoo，这个钟的周期增大，钟将变慢，故A错误；

B、振动的频率越高，则波传播一个波长的距离所用的时间：t＝菁优网-jyeoo就越短，故B正确；

C、1905年爱因斯坦提出的狭义相对论是以相对性原理和光速不变原理这两条基本假设为前提的，故C正确；

D、调制是电磁波发射应该经历的过程，调谐是电磁波接收应该经历的过程，故D错误；

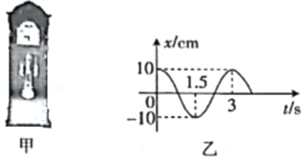
E、能级间跃迁辐射或吸收的光子能量必须等于两能级间的能级差，原子跃迁时，可发出不连续的光谱线，即原子激发时发出的光的频率不是任意值，故E错误；

故选：BC。

【点评】1，无线电波的发射需要调制调幅或调制调频； 无线电波的接收 （1）调谐﹣﹣挑选特定频率的电磁波 挑选特定频率的电磁波，当接收电路的振荡频率等于某种电磁波的 频率时，就将这种电磁波接收下来。（2）解调﹣﹣分离高频载波和低频信号。

**三．填空题（共10小题）**

31．（永州模拟）在一些古典家居装饰中，会看到大物钟。某大物钟如图甲所示，可看成单摆，摆的振动图像如图乙所示，则大摆钟的摆动周期为　3　s，摆长约为　2.25　m。



【分析】根据单摆的振动图像得出大摆钟的周期，结合单摆的周期公式求出摆长的大小。

【解答】解：由题图乙可知，单摆的周期为3s，

由单摆的周期公式菁优网-jyeoo得：菁优网-jyeoo≈2.25 m。

故答案为：3； 2.25。

【点评】解决本题的关键知道完成一次全振动的时间为一个周期，掌握单摆的周期公式，并能灵活运用，基础题。

32．（广东模拟）一单摆做简谐运动，在偏角增大的过程中，摆球的回复力　变大　（填“变大”“不变”或“变小”），摆球的机械能　不变　（填“增大”“减小”或“不变”）。

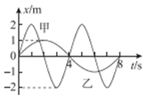
【分析】明确单摆的摆动过程，知道其平衡位置在竖直方向，偏角增大时位移、回复力、加速度增大；在振动过程中，只有重力做功，机械能不变。

【解答】解：偏角增大时，摆球向最大位移处移动，相对于平衡位置的位移一定增大，回复力大小与位移成正比，F＝﹣kx，故回复力增大；由于单摆在运动过程中只有重力做功，故机械能守恒。

故答案为：变大；不变

【点评】本题主要考查简谐运动的性质，要明确做简谐运动物体的位移、速度、加速度以及能量的周期性变化的情况。

33．（肇庆二模）甲、乙两单摆振动图像如图所示，从t＝0时刻开始计时，甲单摆第一次到达负的最大位移时，乙单摆的位移为　菁优网-jyeoo　m；甲、乙两单摆的摆长之比是　1：4　。



【分析】写出乙摆的振动方程，将时间值代入求解其位移；根据图线能读出周期，然后结合单摆的周期公式求解单摆的摆长之比．

【解答】解：由图可知甲的周期为T甲＝4s，从t＝0起，当甲第一次到达负的最大位移时t＝3s

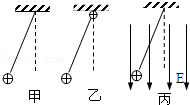
由图可知乙的周期为T乙＝8s，乙摆的振动方程为：x＝A乙•菁优网-jyeoo＝1×sin（菁优网-jyeoo×3）m＝菁优网-jyeoom

甲、乙两个单摆的周期分别为4s和8s，由单摆的周期公式T＝2π菁优网-jyeoo，得单摆的摆长之比 L甲：L乙＝T甲2：T乙2＝1：4．

故答案为：菁优网-jyeoo；1：4。

【点评】本题的关键写出单摆的振动方程，要知道振动方程的一般式为x＝Asin（ωt+φ）．要能根据位移时间关系图象得到两个单摆的振幅和周期的关系，结合周期公式进行分析．

34．（黄浦区校级模拟）如图所示，真空中有甲、乙、丙三个完全相同的单摆，摆球都带正电，摆线绝缘．现在乙的悬点放一带正电的小球，在丙所在空间加一竖直向下的匀强电场，则甲、乙、丙做简谐振动的周期T1、T2、T3的大小关系为　T1＝T2＞T3　，从相同高度由静止开始释放，三者运动到最低点的动能EK1、EK2、EK3的大小关系为　EK1＝EK2＜EK3　．



【分析】根据单摆的周期公式，通过等效重力加速度的变化判断周期的变化，根据动能定理比较三者运动到最低点的动能大小关系．

【解答】解：在乙的悬点处放一个带正电的小球，相当于增加摆球的质量，丙图中加一竖直向下的匀强电场，知等效重力加速度增大，根据T＝菁优网-jyeoo得，知甲乙的周期相等，丙的周期最小．有T1＝T2＞T3，根据动能定理，甲乙两图的摆球只有重力做功，重力做功相等，所以到达底端的动能相等，对于丙图，重力和电场力都做正功，根据动能定理得，知动能最大．有：

EK1＝EK2＜EK3．

故答案为：T1＝T2＞T3，EK1＝EK2＜EK3．

【点评】考查简谐振动的摆动周期与什么因素有关，同时还运用等效的思维来降低解题的难度，还考查了由动能定理得知，因多个电场力做功，导致动能的不同．

35．（宝山区校级期末）甲、乙两个单摆的摆球质量相等，摆长之比为4：1，若它们在同一地点在竖直平面内摆动，摆线与竖直方向所成的最大夹角小于5°且相等，则甲、乙的频率之比为　2：1　，摆球到达最低点时的速度之比为　2：1　。

【分析】根据单摆周期公式求解周期之比，然后解得频率之比；根据机械能守恒求解到达最低点时的速度之比。

【解答】解：甲、乙两个单摆的摆长之比为4：1，根据单摆周期公式T＝菁优网-jyeoo可知，T甲：T乙＝2：1，则甲、乙的频率之比等于周期之比的倒数，即1：2；

假设摆线与竖直方向的最大夹角为θ，由机械能守恒知：菁优网-jyeoo＝mgL（1﹣cosθ），得v与菁优网-jyeoo成正比，则甲、乙摆球到达最低点时的速度之比为2：1。

故答案为：2：1，2：1

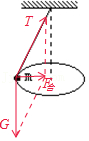
【点评】此题考查了单摆的周期公式及机械能守恒的应用，知道单摆的周期与摆球的质量无关。

36．（隆回县期末）如图所示，为一在水平面内做匀速圆周运动的圆锥摆，如果忽略空气阻力，则摆球A的受　2　个力的作用；如果已知该摆的悬点到圆心间的距离为h，重力加速度为g，则该摆运动的周期的平方T2＝　菁优网-jyeoo　。



【分析】先对小球进行运动分析，做匀速圆周运动，再找出合力的方向，进一步对小球受力分析，由向心力方程和几何关系联立求解即可。

【解答】解：小球A在水平面内做匀速圆周运动，对小球受力分析，如图所示：



小球受重力、和绳子的拉力，它们的合力提供小球做匀速圆周运动的向心力，所以摆球A受2个力的作用，

设绳子与竖直方向的夹角为θ，根据几何关系得匀速圆周运动的半径为：r＝htanθ

根据向心力方程得：Gtanθ＝mr菁优网-jyeoo

联立解得该摆运动的周期的平方为：T2＝菁优网-jyeoo

故答案为：2； 菁优网-jyeoo

【点评】本题考查的是圆锥摆问题，要明确向心力是效果力，匀速圆周运动中由合外力提供，不是重复受力。

37．（新课标Ⅱ）用一个摆长为80.0cm的单摆做实验，要求摆动的最大角度小于5°，则开始时摆球拉离平衡位置的距离应不超过　6.9　cm（保留1位小数）。（提示：单摆被拉开小角度的情况下，所求的距离约等于摆球沿圆弧移动的路程。）某同学想设计一个新单摆，要求新单摆摆动10个周期的时间与原单摆摆动11个周期的时间相等。新单摆的摆长应该取为　96.8　cm。

【分析】根据弧长公式求摆球拉离平衡位置的最大距离；

根据单摆的周期公式T＝菁优网-jyeoo结合题意求新单摆的摆长。

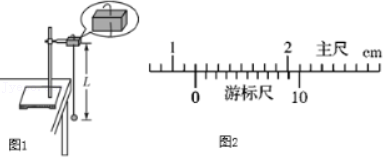
【解答】解：当摆动的角度为5°时，摆球拉离平衡位置的距离最大，设为s，则根据题意得s＝菁优网-jyeoo≈菁优网-jyeoo≈6.9cm（此结果不能四舍五入），故开始时摆球拉离平衡位置的距离应不超过6.9cm；

单摆的周期公式T＝菁优网-jyeoo，设原来单摆的周期为T，新单摆的周期为T′，根据题意知11T＝10T′，则菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，则L′＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝96.8cm；

故答案为：6.9； 96.8

【点评】本题的关键是把数学知识应用到物理解题当中，熟练掌握单摆的周期公式。

38．（路南区校级期中）某同学用实验的方法探究影响单摆周期的因素。



（1）他组装单摆时，在摆线上端的悬点处，用一块开有狭缝的橡皮夹牢摆线，再用铁架台的铁夹将橡皮夹紧，如图所示。这样做的目的是　AC　。

A．保证摆动过程中摆长不变

B．可使周期测量得更加准确

C．需要改变摆长时便于调节

D．保证摆球在同一竖直平面内摆动

（2）他组装好单摆后在摆球自然悬垂的情况下，用毫米刻度尺测量从悬点到摆球的最底端的长度l0＝0.9990m，再用游标卡尺测量摆球直径，结果如图乙所示，则该摆球的直径为　12.0　mm，单摆摆长为　0.9930　m。

【分析】（1）单摆的摆长在摆动中不能变化，探究影响单摆周期因素实验时应改变摆长进行多次实验。

（2）游标卡尺主尺与游标尺示数之和是游标卡尺示数；摆线长度与摆球半径之和是单摆的摆长。

【解答】解：（1）在摆线上端的悬点处，用一块开有狭缝的橡皮夹牢摆线，再用铁架台的铁夹将橡皮夹紧，是为了防止动过程中摆长发生变化，如果需要改变摆长来探究摆长与周期关系时，方便调节摆长，这样安装单摆不能保证摆球在同一竖直平面内摆动，不能使周期的测量更准确，故AC正确，BD错误。

故选：AC。

（2）由图示游标卡尺可知，游标尺的精度是0.1mm，游标卡尺示数为：12mm+0×0.1mm＝12.0mm；

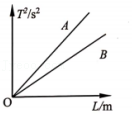
摆线长度与摆球半径之和是单摆摆长，摆球直径d＝12.0mm＝0.0120m，

摆长L＝l0﹣菁优网-jyeoo＝0.9990m﹣菁优网-jyeoom＝0.9930m。

故答案为：（1）AC；（2）12.0；0.9930。

【点评】掌握单摆的周期公式，从而求解加速度，摆长、周期等物理量之间的关系；注意：摆长是悬点到球心的距离，摆长等于摆线长度与摆球半径之和。

39．（嘉定区期末）宇航员分别在地球和月球上探究了“单摆周期T与摆长L关系”的规律。多次改变摆长和周期数据，绘制了T2﹣L图象，如图所示。在月球上的实验结果对应图线是　A　（填“A”或“B”）。若在月球上得到的图线斜率为k，则月球表面的重力加速度g月＝　菁优网-jyeoo　。



【分析】月球上的重力加速度小于地球上的重力加速度，根据单摆周期公式求出图象的函数表达式，然后根据图示图象答题。

【解答】解：由单摆周期公式：T＝2π菁优网-jyeoo可知：T2＝菁优网-jyeooL，

T2﹣L图象的斜率：k＝菁优网-jyeoo，则重力加速度：g＝菁优网-jyeoo，

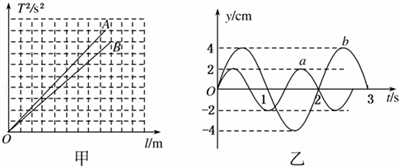
图象斜率越大，重力加速度越小，由于月球的重力加速度小于地球的重力加速度，

由图示图象可知，图线A对应月球上的实验结果；

故答案为：A；菁优网-jyeoo。

【点评】本题考查了探究了“单摆周期T与摆长L关系”的规律，知道实验原理是解题的前提，应用单摆周期公式可以解题。

40．（望花区校级期中）有两个同学利用假期分别去参观北大和南大的物理实验室，各自在那里利用先进的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．去北大的同学所测实验结果对应的图线是　 　（填“A”或“B”）．另外，在南大做探究的同学还利用计算机绘制了a、b两个摆球的振动图象（如图乙），由图可知，两单摆摆长之比菁优网-jyeoo＝　4：9　．在t＝1s时，b球振动的方向是　沿y轴负方向　．



【分析】根据T2～L图象比较出重力加速度的大小，因为北京和南京当地的重力加速度不同，从而可知北大的同学所测实验结果对应的图线．根据振动图象得出两摆的周期比，从而根据单摆的周期公式T＝2π菁优网-jyeoo得出两单摆的摆长之比．

【解答】解：由T＝2π菁优网-jyeoo得到，T2＝菁优网-jyeooL，知T2﹣L图象的斜率越大，则重力加速度越小，因为南京当地的重力加速度小于北京，去北大的同学所测实验结果对应的图线的斜率小，应该是B图线．

由振动图线知，两单摆的周期比为菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，由T＝2π菁优网-jyeoo知，两单摆摆长之比菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo．

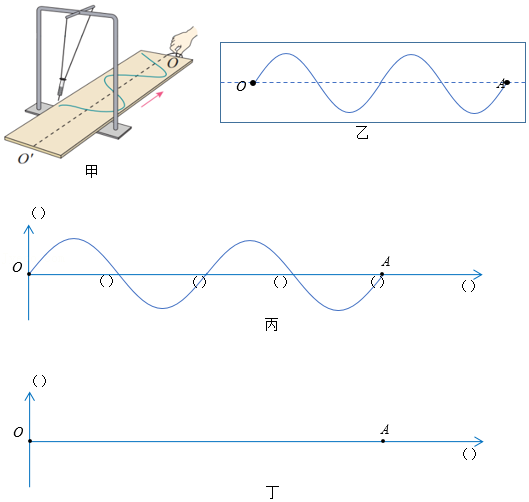
x﹣t图象的斜率表示速度，故在t＝1s时b球振动方向是﹣y方向；

故答案为：B；4：9；沿y轴负方向．

【点评】解决本题的关键知道单摆的周期公式，以及知道T2～L图象的斜率表示什么．

**四．计算题（共2小题）**

41．（丰台区期中）学习了单摆的知识后，小刚尝试自己来通过实验动手绘制一个单摆的位移﹣时间图样。如图甲所示，他在细线下悬挂一个除去了柱塞的注射器，注射器内装上墨汁。当注射器摆动时，小刚沿着垂直于摆动的方向拖动木板，得到如图乙所示由O至A的一段图样，请完成以下问题：



（1）将得到的图样建立坐标系，横坐标代表什么物理量？纵坐标代表什么物理量？

（2）已知小刚以5cm/s的速率拖动木板，且测得OA间的直线距离为20cm，那么请你在丙图上将各坐标轴缺失信息标注完整；

（3）若小刚将拖动木板的速度加快为10cm/s，OA之间的图样将发生变化，请大致在丁图上画出变化后的图样。

【分析】（1）小刚尝试自己来通过实验动手绘制一个单摆的位移﹣时间图样，由此分析纵坐标和横坐标表示的物理量；

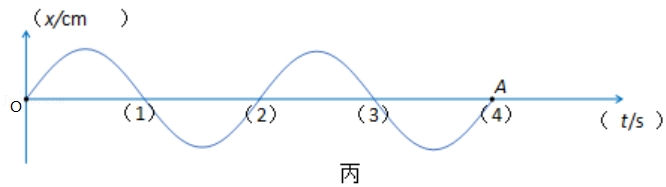
（2）求出从O到A的时间，由此补充完整图丙；

（3）若小刚将拖动木板的速度加快为10cm/s，波速变大、则波长变长，由此作图。

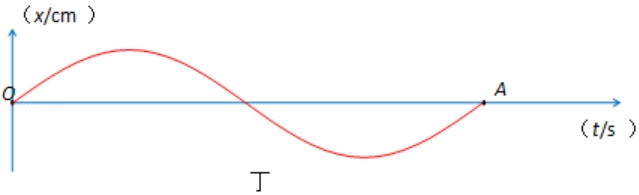
【解答】解：（1）小刚尝试自己来通过实验动手绘制一个单摆的位移﹣时间图样，所以横坐标代表时间，纵坐标代表离开平衡位置的位移；

（2）已知小刚以5cm/s的速率拖动木板，且测得OA间的直线距离为20cm，则从O到A的时间为t＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝4s，

如图丙所示：



（3）若小刚将拖动木板的速度加快为10cm/s，单摆的振动周期不变，波速变大、则波长变长，如图丁所示。



答：（1）横坐标代表时间，纵坐标代表离开平衡位置的位移；

（2）缺失的信息标注见解答图丙；

（3）波形变化情况见解答图丁。

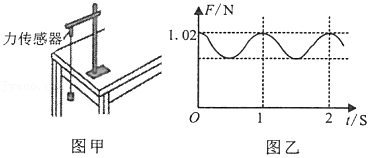
【点评】本题主要是考查单摆的振动图像，关键是弄清楚实验的原理和方法，掌握波长、波速和周期的关系。

42．（常熟市期中）如图甲所示，摆球在竖直平面内做简谐运动，通过力传感器测量摆线拉力F，F的大小随时间t变化规律如图乙所示，摆球经过最低点时的速度大小v＝菁优网-jyeoom/s，忽略阻力，取g＝10m/s2，π2≈g，求：

（1）单摆的摆长L；

（2）摆球的质量m；

（3）摆线拉力的最小值。



【分析】（1）由乙图读出单摆周期，代入单摆周期公式可求摆长；

（2）绳拉力最大点位于最低点，列牛顿第二定律结合图乙F最大值示数，可求摆球质量；

（3）根据机械能守恒求出最大高度，然后结合受力分析求出摆线拉力的最小值。

【解答】解：（1）在摆球摆动的一个周期内拉力做两次周期性变化，所以由乙图可知单摆周期为：T＝2s

根据单摆周期公式：T＝菁优网-jyeoo

解得：L＝1m

（2）当拉力最大时，即F＝1.02N时摆球处在最低点，由牛顿第二定律：菁优网-jyeoo

解得：m＝0.1kg

（3）从最低点到最高点的过程中机械能守恒，可得：菁优网-jyeoo

解得：cosθ＝0.99

最高：F′＝mgcosθ＝0.99N

答：（1）单摆的摆长L为1m；

（2）摆球的质量m为0.1kg；

（3）摆线拉力的最小值为0.99N。

【点评】熟记单摆周期公式，选取最低点列圆周运动中的牛顿第二定律是解题关键。