

# طبیعیات کے اصول

حنالد حنان یوسفزئی

جامعہ کامیٹ، اسلام آباد

khalidyousafzai@hotmail.com

۱/ جنوری ۲۰۲۴



# عنوان

v

میری پہلی کتاب کا دیباچہ

۱	پیش	۱
۷	وقت	۱.۱
۹	کمیت	۲.۱
۱۰	کشافیت	۱.۳.۱
۱۱	سمتیت اور ان کے اجزاء	۲.۳.۱
۱۳	مخفی توانائی اور توانائی کی بقا	۲
۱۷	طاقت	۱.۰.۲
۲۳	جوابات	



# میری پہلی کتاب کا دیباچہ

گزشتہ چند برسوں سے حکومت پاکستان اعلیٰ تعلیم کی طرف توجہ دے رہی ہے جس سے ملک کی تاریخ میں پہلی مرتبہ اعلیٰ تعلیمی اداروں میں تحقیق کا رجحان پیدا ہوا ہے۔ امید کی جاتی ہے یہ سلسلہ جاری رہے گا۔

پاکستان میں اعلیٰ تعلیم کا نظام انگریزی زبان میں رائج ہے۔ دنیا میں تحقیقی کام کا بیشتر حصہ انگریزی زبان میں ہی چھپتا ہے۔ انگریزی زبان میں ہر موضوع پر لاتعداد کتابیں پائی جاتی ہیں جن سے طلبہ و طالبات استفادہ کرتے ہیں۔

ہمارے ملک میں طلبہ و طالبات کی ایک بہت بڑی تعداد بنیادی تعلیم اردو زبان میں حاصل کرتی ہے۔ انگریزی زبان میں موجود مواد سے استفادہ کرنا تو دور کی بات، ان کے لئے انگریزی زبان خود ایک رکاوٹ ہے۔ یہ طلبہ و طالبات ذہین ہونے کے باوجود آگے بڑھنے اور قوم و ملک کی بھرپور خدمت کرنے کے قابل نہیں رہتے۔ ایسے طلبہ و طالبات کو اردو زبان میں نصاب کی اچھی کتابیں درکار ہیں۔ ہم نے قومی سطح پر ایسا کرنے کی کوئی حنا طر خواہ کوشش نہیں کی۔

میں برسوں تک اس صورت حال کی وجہ سے پریشانی کا شکار رہا۔ کچھ کرنے کی نیت رکھنے کے باوجود کچھ نہ کر سکتا تھا۔ میرے لئے اردو میں ایک صفحہ بھی لکھنا ناممکن تھا۔ آخر کار ایک دن میں نے اپنی اس کمزوری کو کتاب نہ لکھنے کا جواز بنانے سے انکار کیا اور یوں یہ کتاب وجود میں آئی۔

یہ کتاب اردو زبان میں تعلیم حاصل کرنے والے طلبہ و طالبات کے لئے نہایت آسان اردو میں لکھی گئی ہے۔ کوشش کی گئی ہے کہ اسکول کی سطح پر متعل تیکنیکی اصطلاحات استعمال کئے جائیں۔ جہاں اصطلاحات موجود نہ تھیں وہاں روزمرہ استعمال الفاظ چنے گئے۔ تیکنیکی اصطلاحات کی چٹائیوں کی گئی ہے کہ ان کا استعمال دیگر مضامین میں بھی ہو۔

کتاب میں بین الاقوامی نظام اکائی استعمال کی گئی۔ اہم متغیرات کی علامتیں وہی رکھی گئی جو موجودہ نظام تعلیم کی نصابی کتابوں میں رائج ہے۔ یوں اردو میں لکھی اس کتاب اور انگریزی میں اسی مضمون پر لکھی کتاب پڑھنے والے طلبہ و طالبات کو ساتھ کام کرنے میں دشواری نہیں ہوگی۔

امید کی جاتی ہے یہ کتاب ایک دن حلاقتاً اردو زبان میں انجینیری نصاب کی کتاب کے طور پر پڑھائی جائے گی۔ اردو زبان میں برقی انجینیری کی مکمل نصاب کی طرف یہ پہلا قدم ہے۔

کتاب کے پڑھنے والوں سے گزارش کی جاتی ہے کہ اسے زیادہ سے زیادہ طلبہ و طالبات تک پہنچانے میں مدد دیں اور جہاں بھی کتاب میں غلطی نظر آئے، اس کی نشاندہی میری برقیاتی پتہ پر کریں؛ میں ان کا نہایت شکر گزار ہوں گا۔

کتاب میں تمام غلطیاں مجھ سے سرزد ہوئی ہیں جنہیں درست کرنے میں بہت لوگوں کا ہاتھ ہے۔ میں ان سب کا شکریہ ادا کرتا ہوں۔ یہ سلسلہ ابھی جاری ہے اور مکمل ہونے پر ان حضرات کے تاثرات یہاں شامل کئے جائیں گے۔

میں کامیٹ یونیورسٹی اور ہائیر ایجوکیشن کمیشن کا شکریہ ادا کرنا چاہتا ہوں جن کی وجہ سے ایسی سرگرمیاں ممکن ہوئیں۔

حسان یوسفزئی

28 اکتوبر 2011ء

## باب ۲

### مخفی توانائی اور توانائی کی بقا

اختتامی حال میں اسپرنگ ڈھیلے حال میں ہوگا اور ہوا باز کن زمینی سطح پر ہوگا، لہذا نظام کی اختتامی میکانی توانائی ذیل ہوگی۔

$$\begin{aligned} E_{\text{میکانی},2} &= K_2 + U_{e2} + U_{g2} \\ &= 0 + 0 + 0 \end{aligned} \quad (۲.۱)$$

آئیں اب زمینی سطح راہ اور تیراک کی حراری توانائی میں تبدیلی  $\Delta E_{\text{حر}}$  کی بات کرتے ہیں۔ مساوات 31.8 سے  $\Delta E_{\text{حر}}$  کے لئے (رگڑی قوت و تدر ضرب رگڑ کا فاصلہ)  $f_k L$  ڈالاجا سکتا ہے۔ مساوات 2.6 سے ہم جانتے ہیں  $f_k = \mu_k F_N$  ہوگا، جہاں  $F_N$  عمودی قوت ہے۔ خط میں تیراک رگڑ کے ساتھ افقی حرکت کرتا ہے لہذا  $F_N$  کی تدر  $mg$  کے برابر ہوگی (اوپر وار اور نشیب وار قوت برابر ہوں گی)۔ یوں میکانی توانائی سے رگڑ درج ذیل مقدار کو ہٹا کرے گی۔

$$\Delta E_{\text{حر}} = \mu_k mgL \quad (۲.۲)$$

(مزید تجربہ کے بغیر یہ جاننا ممکن نہیں اس توانائی کا کتنا حصہ تیراک کو اور کتنا راہ کو منتقل ہوگا۔ ہم صرف کل مقدار جانتے ہیں۔)

مساوات 43.8 تا مساوات ۲.۲ کو مساوات 42.8 میں پر کرنے سے

$$0 = \frac{1}{2}kd^2 + mgh - \mu_k mgL \quad (۲.۳)$$

ملتا ہے، لہذا درج ذیل حاصل ہوگا۔

$$\begin{aligned} L &= \frac{kd^2}{2\mu_k mg} + \frac{h}{\mu_k} \\ &= \frac{(3.2 \times 10^3 \text{ N m}^{-1})(5 \text{ m})^2}{2(0.800)(200 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2)} + \frac{35 \text{ m}}{0.800} \\ &= 69.3 \text{ m} \end{aligned}$$

جواب

آخر میں اس بات پر توجہ دیں کہ ریاضی حل کتنا آسان بھتا۔ سوچ سمجھ کر نظام تعین کر کے یاد رکھتے ہوئے کہ یہ جدا نظام ہے، ہم توانائی کی بقا کا قانون استعمال کر پاتے ہیں۔ یوں نظام کے ابتدائی اور اختتامی حال توانائیوں کو، درمیانے حال جانے بغیر، برابر رکھا جاسکتا ہے۔ بالخصوص، غیر ہموار راہ پر تیسراک کی حرکت پر غور کرنے کی ضرورت پیش نہیں آئی۔ اس کی بجائے، اگر ہم قوانین نیوٹن استعمال کریں، ہمیں راہ کی مکمل معلومات جاننا ہوگا اور حساب بھی مشکل ہوتا۔

## نظریاتی اور خلاصہ

### بقائی قوت

وہ قوت، جو کسی بند راہ پر حرکت کرتے ہوئے ذرہ پر، کسی ابتدائی نقطہ سے چل کر اسی نقطہ پر واپس پہنچ کر، صفر صافی کام کرتی ہو **بقائی قوت** ہوگی۔ ہم یوں بھی کہہ سکتے ہیں کہ اگر ایک قوت دو نقطوں کے بیچ حرکت کرتے ہوئے ذرے پر جو صافی کام کرے وہ راہ پر منحصر نہ ہو تب قوت بقائی ہوگی۔ تب ذیلی قوت اور اسپرنگ قوت بقائی ہیں؛ حرکتی رگڑی قوت غیر بقائی ہے۔

### مخفی توانائی

وہ توانائی جو ایسے نظام کی تشکیل کے ساتھ وابستہ ہو جس میں بقائی قوت عمل پیرا ہو **مخفی توانائی** کہلاتی ہے۔ جب نظام کے اندر ذرے پر بقائی قوت کام  $W$  کرے، نظام کی مخفی توانائی میں تبدیلی  $\Delta U$  ذیل ہوگی۔

$$\Delta U = -W \quad (8.1)$$

نقطہ  $x_i$  سے نقطہ  $x_f$  پہنچنے پر، نظام کی مخفی توانائی میں تبدیلی درج ذیل ہوگی۔

$$\Delta U = - \int_{x_i}^{x_f} F(x) dx \quad (8.6)$$



### تجاذبی مخفی توانائی

زمین اور اس کے متغیر ذرے کے نظام سے وابستہ مخفی توانائی کو **تجاذبی مخفی توانائی** کہتے ہیں۔ اگر ذرہ  $y_i$  بلندی سے  $y_f$  بلندی منتقل ہو، زمین و ذرہ نظام کی تجاذبی مخفی توانائی میں رونا ہونے والی تبدیلی ذیل ہوگی۔

$$\Delta U = mg(y_f - y_i) = mg\Delta y \quad (8.7)$$

**حوالہ نقطہ**  $y_i$  پر رکھ کر اور اس نقطہ پر تجاذبی مخفی توانائی  $U_i = 0$  رکھ کر کسی بھی بلندی  $y$  پر ذرے کی تجاذبی مخفی توانائی درج ذیل ہوگی۔

$$U(y) = mgy \quad (8.9)$$

### لچکی مخفی توانائی

لچکدار جسم کی حالت کھینچ یا حالت داب سے وابستہ توانائی کو **لچکی مخفی توانائی** کہتے ہیں۔ ایک اسپرنگ، جو اس وقت قوت  $F = -kx$  پیدا کرتا ہے جب اس کے آزاد سر کا ہشاو  $x$  ہو، کی لچکی مخفی توانائی ذیل ہوگی۔

$$U(x) = \frac{1}{2}kx^2 \quad (8.11)$$

**حوالہ تنظیم** وہ ہوگا جب اسپرنگ ڈھیلا ہو،  $x = 0$  اور  $U = 0$  ہو۔

### میکانی توانائی

حسری توانائی  $K$  اور مخفی توانائی  $U$  کا مجموعہ نظام کی میکانی توانائی  $E$  ہوگا۔

$$E_{\text{میکانی}} = K + U \quad (8.12)$$

جدا نظام سے مراد وہ نظام ہے جس میں ”بیرونی قوت“ توانائی کی تبدیلی کا سبب نہیں بنتی۔ اگر صرف تجاذبی قوتیں جدا نظام کے اندرون کام کرتی ہوں، تب نظام کی میکانی توانائی  $E_{\text{میکانی}}$  تبدیل نہیں ہو سکتی۔ **میکانی توانائی کے بقا کا اصول** درج ذیل لکھا جاسکتا ہے، جہاں زیر نوشتہ توانائی کے انتقال کے دوران مختلف لحاظ ظاہر کرتی ہیں۔

$$K_2 + U_2 = K_1 + U_1 \quad (8.17)$$

یہ اصول درج ذیل بھی لکھا جاسکتا ہے۔

$$\Delta E_{\text{میکانی}} = \Delta K + \Delta U = 0 \quad (8.18)$$

### مخفی توانائی منحنیات

ایک نظام، جس میں ایک بعدی قوت  $F(x)$  ذرے پر عمل پیرا ہو، کی مخفی توانائی تعادل  $U(x)$  جانتے ہوئے ہم یہ قوت تلاش کر سکتے ہیں۔

$$F(x) = -\frac{dU}{dx} \quad (8.22)$$

اگر تعادل  $U(x)$  کی ترسیم دی گئی ہو، کسی بھی نقطہ  $x$  پر، ترسیم کی ڈھال کی مخفی اس نقطہ پر قوت  $F(x)$  ہوگی اور ذرے کی حرکی توانائی درج ذیل ہوگی، جہاں  $E$  میکانیکی نظام کی میکانیکی توانائی ہے۔

$$K(x) = E_{\text{میکانی}} - U(x) \quad (8.24)$$

موناوالپس نقطہ سے مراد وہ نقطہ ہے جس پر ذرہ حرکت کا رخ تبدیل کرتا ہے؛ اس نقطہ پر  $K = 0$  ہوگا۔ جن نقطوں پر  $U(x)$  کی ترسیم کی ڈھال صفر ہو ان نقطوں پر ذرہ توازن میں ہوگا؛ ان نقطوں پر  $F(x) = 0$  ہوگا۔

### نظام پر بیرونی قوت کا کردہ کام

کام  $W$  سے مراد وہ توانائی ہے جو نظام پر بیرونی قوت کے عمل کی بنا نظام سے باہر یا نظام کے اندر منتقل ہو۔ جہاں ایک سے زیادہ قوتیں عمل پیرا ہوں وہاں منتقل توانائی ان کا مجموعی صافی کام ہوگی۔ رگڑ کی غیر موجودگی میں نظام پر کیا گیا کام اور نظام کی میکانیکی توانائی میں تبدیلی  $\Delta E$  برابر ہوگی۔

$$W = E_{\text{میکانی}} = \Delta K + \Delta U(x) \quad (8.26, 8.25)$$

نظام کے اندر حرکی رگڑی قوت کی موجودگی میں میں نظام کی حرکی توانائی  $E_{\text{حرکی}}$  تبدیل ہوگی۔ (حرکی توانائی نظام میں جو ہر اور سالموں کی بلا منسوب حرکت سے وابستہ ہے) ایسی صورت میں نظام پر کیا گیا کام درج ذیل ہوگا۔

$$W = E_{\text{میکانی}} + \Delta E_{\text{حرکی}} \quad (8.33)$$

یہ تبدیلی  $\Delta E_{\text{حرکی}}$  بیرونی قوت سے پیدا ہونے والی متدر  $d$  اور رگڑی قوت کی متدر  $f_k$  پر منحصر ہے۔

$$E_{\text{حرکی}} = f_k d \quad (8.31)$$

### توانائی کی بقا

نظام کی کل توانائی (جو میکانیکی توانائی اور اندرونی توانائیوں، بشمول حرکی توانائی، کا مجموعہ ہوگا) میں تبدیلی اس توانائی کے برابر ہوگی جو نظام سے باہر یا نظام کے اندر منتقل کی جائے۔ اس تجرباتی حقیقت کو توانائی کا بقا کہتے ہیں۔ نظام پر کیا کام  $W$  ہونے کی صورت میں ذیل ہوگا۔

$$W = \Delta E = E_{\text{میکانی}} + E_{\text{حرکی}} + E_{\text{اندرونی}} \quad (8.35)$$

جدا انظام  $W = 0$  کے لئے اس سے

$$E_{\text{میکانی}} + E_{\text{حر}} + E_{\text{اندرونی}} = 0 \quad (8.36)$$

اور

$$E_{\text{میکانی},2} = E_{\text{میکانی},1} - \Delta E_{\text{حر}} - \Delta E_{\text{اندرونی}} \quad (8.37)$$

حاصل ہوں گے، جہاں زیر نوشت، 1 اور 2، دو مختلف لحاظات ظاہر کرتی ہیں۔

### ۲.۰.۱ طاقت

قوت کی بنیاد طاقت، اس توانائی کے انتقال کی شرح کو کہتے ہیں، جو قوت منتقل کرتی ہے۔ یوں  $\Delta t$  دورانیہ میں اگر قوت توانائی  $\Delta E$  منتقل کرتی ہو تب اس قوت کی اوسط طاقت درج ذیل ہوگی۔

$$P_{\text{اوسط}} = \frac{\Delta E}{\Delta t} \quad (8.40)$$

قوت کی لحاظاتی طاقت ذیل ہوگی۔

$$P = \frac{dE}{dt} \quad (8.41)$$

### سوالات

سوال ۲.۱: شکل 18.8 میں افقی حرکت کرتا ہوا جسم نقطہ دار اختتامی لکیر تک تین بلاز گزراستوں سے پہنچ سکتا ہے، جن میں فقط بلندی کا مندرجہ ہے۔ ان راہ کی درجہ بندی (I) اختتامی لکیر پر جسم کی رفتار کے لحاظ سے اور (ب) اختتامی لکیر تک جسم کے پہنچنے کے دورانیہ حرکت کے لحاظ سے کریں؛ زیادہ قیمت کا نتیجہ اول رکھیں۔

سوال ۲.۲: ایک ذرے کی مخفی توانائی تفاعل شکل 19.8 میں پیش ہے۔ (I) ذرے پر قوت کی مقدار کے لحاظ سے خط  $AB$ ،  $BC$ ،  $CD$ ، اور  $DE$  کی درجہ بندی کریں۔ زیادہ قیمت کا نتیجہ اول رکھیں۔ (ب) بائیں مخفی توانائی کنواں میں پھنس جانے کے لئے ذرے کی میکائی توانائی  $E_{\text{میکانی}}$  کو کس قیمت سے تجاوز کرنے کی اجازت نہیں؟ (ج) دائیں کنواں میں پھنسنے کے لئے یہ قیمت کیا ہوگی؟ (د) دونوں کنواں میں حرکت کر سکنے لیکن نقطہ  $H$  سے دائیں نکلنے کی صلاحیت نہ رکھنے کی صورت میں وہ قیمت کیا ہوگی؟ جبزود کی صورت میں  $BC$ ،  $DE$ ، اور  $FG$  میں سے کس خط میں ذرے کی حرکت توانائی (ہ) زیادہ سے زیادہ، (و) کم سے کم ہوگی؟

سوال ۲.۳: نقطہ  $i$  سے نقطہ  $f$  تک ایک براہ راست راستہ اور چپار راستے گھوم کر جاتے ہیں۔ براہ راست راستے پر اور تین گھوم کر جانے والے راستوں پر ذرے پر بقائی قوت  $F_{\text{بقائی}}$  عمل کرتی ہے۔ چوتھے راستے پر ذرے پر بقائی قوت  $F_{\text{بقائی}}$  اور غیر بقائی قوت  $F_{\text{غیر بقائی}}$  عمل کرتی ہیں۔ نقطہ  $i$  سے نقطہ  $j$  جاتے ہوئے ذرے کی میکائی توانائی میں تبدیلی  $\Delta E$ ، گھوم کر جانے والی راہوں کے ہر سیدھے حصے پر (حاصل میں) درج ہے۔ (I) براہ راست راستے

پر  $i$  سے  $j$  تک  $\Delta E$  کی ہوگی؟ (ب) اس ایک راہ پر جس پر غیر برقی  $E$  عمل پیرا ہے، غیر برقی  $E$  کی بدولت  $\Delta E$  کی ہوگی؟

سوال ۲.۴: ایک جسم  $3\text{ m}$  بلندی سے بلار گڑ راہ پر رہا کیا جاتا ہے (شکل 21.8)۔ چوٹیوں کی بلندیاں شکل میں دی گئی ہیں۔ تمام چوٹیاں ایک جیسی دائری ہیں، اور جسم کسی بھی چوٹی سے اڑ کر نہیں گرتا۔ (ا) وہ کونسی پہلی چوٹی ہے جسے جسم پار کرنے سے متاثر ہوگا؟ (ب) اس چوٹی کو پار نہ کرنے کے بعد جسم کیا کرے گا؟ جن چوٹیوں کو جسم پار کر پاتا ہے، کس چوٹی پر جسم کی (ج) مرکز مائل قوت زیادہ سے زیادہ ہوگی، اور (د) کس چوٹی پر اس کی عمودی قوت کم سے کم ہوگی؟

سوال ۲.۵: ایک جسم بلار گڑ میلان پر  $A$  تا  $C$  حرکت کرنے کے بعد افقی خطہ  $CD$  سے گزرتا ہے، جہاں رگڑی قوت عمل پیرا ہے۔ کیا جسم کی حرکت توانائی (ا) خطہ  $AB$ ، (ب) خطہ  $BC$ ، اور (ج) خطہ  $CD$  میں بڑھتی ہے، گھٹتی ہے، یا مستقل رہتی ہے؟ (د) کیا ان خطوں میں جسم کی میکانیکی توانائی بڑھتی ہے، گھٹتی ہے، یا مستقل رہتی ہے؟

سوال ۲.۶: ایک بیلن کو، جو انتہائی سلاخ پر چڑھا ہوا ہے، رسی سے اوپر کھینچا جاتا ہے (شکل 23a.8)۔ تنگ سوراخ کی بدولت یہ سلاخ پر چست بیٹھا ہے لہذا رگڑی قوت کافی زیادہ ہے۔ آپ کی قوت بیلن و سلاخ وزمین نظام پر  $W = 100\text{ J}$  کام کرتی ہے (شکل 23b.8)۔ نظام کی توانائیوں کو شکل 23c.8 میں ”فترہ بند“ کیا گیا ہے: حرکت توانائی  $K$  میں اضافہ  $50\text{ J}$ ، اور تحبازی توانائی  $U_g$  میں اضافہ  $20\text{ J}$  ہے۔ ان کے علاوہ نظام میں صرف حرکت توانائی  $E$  تبدیل ہوتی ہے۔ حرکت توانائی میں تبدیلی  $\Delta E$  کی ہوگی؟

سوال ۲.۷: شکل 24.8 میں دکھایا نظام سوال ۲.۶ میں پیش نظام کی طرح ہے۔ یہاں بیلن سے بندھی رسی آپ نیچے کھینچتے ہیں۔ نیچے جاتے ہوئے بیلن میز پر رکھے جسم کو دوسری رسی کی مدد سے کھینچتا ہے۔ یہاں بھی بیلن و سلاخ وزمین نظام کو شکل 23b.8 میں پیش نظام کی طرح تصور کریں۔ آپ نظام پر  $200\text{ J}$  کام کرتے ہیں۔ نظام جسم پر  $60\text{ J}$  کام کرتا ہے۔ نظام کے اندرون میں حرکت توانائی میں  $130\text{ J}$  اضافہ، اور تحبازی توانائی میں  $20\text{ J}$  کمی رونما ہوئی۔ (ا) شکل 23c.8 کی طرز پر نظام کی توانائی کو ”فترہ بند“ کریں۔ (ب) نظام کے اندر حرکت توانائی میں تبدیلی کتنی ہوگی؟

سوال ۲.۸: ایک جسم شکل 25.8 میں راہ پر چلتے ہوئے  $h$  بلندی سے اترتا ہے۔ ماسوائے خفلی افقی حصہ کے، جس میں جسم  $D$  فاصلہ کرنے کے بعد رک جاتا ہے، راہ بلار گڑ ہے۔ (ا) بلند  $h$  کم کرنے سے جسم  $D$  سے زیادہ، کم، یا اس کے برابر فاصلہ طے کرے گا؟ (ب) اس کے برعکس، جسم کی کیت بڑھانے سے جسم  $D$  سے زیادہ، کم، یا اس کے برابر فاصلہ طے کرے گا؟

سوال ۲.۹: ایک جسم میلان پر اترتا ہے۔ شکل 26.8 میں تین صورتیں پیش کی گئی ہیں، جہاں میلان بلار گڑ نہیں ہیں۔ تینوں صورتوں میں جسم ایک جتنی بلندی سے آغاز کرتے ہوئے حرکت کرتا ہے حتیٰ کہ حرکت توانائی سے روک پاتی ہے۔ ان صورتوں کی درجہ بندی حرکت توانائی میں اضافہ کے لحاظ سے کریں۔ زیادہ قیمت اول رکھیں۔

سوال ۲.۱۰: تین گیند ایک بلندی اور ایک رفتار سے پھینکے جاتے ہیں (شکل 27.8)۔ ایک گیند سیدھا اوپر پھینکا جاتا ہے۔ دوسرا انتہائی لکیر سے معمولی زاویہ پر پھینکا جاتا ہے۔ تیسرا بلار گڑ میلان پر روتا کیا جاتا ہے۔ گیندوں کی درجہ بندی، نقطہ دار لکیر پر پہنچ کر ان کی رفتار کے لحاظ سے کریں۔ زیادہ قیمت اول رکھیں۔

سوال ۲.۱۱: جب ایک ذرہ  $f$  سے  $i$  اور  $j$  سے  $i$  شکل 28.8 میں دکھائے راستوں پر دکھائے رخ حرکت کرتا ہے، ایک بقائی قوت  $\vec{F}$  اس پر عمل کرے، شکل میں پیش کش کام کرتی ہے۔ نقطہ  $f$  سے براہ راست  $j$  منتقل ہونے کی صورت میں ذرے پر  $\vec{F}$  کتنا کام کرے گا؟

### مخفی توانائی

سوال ۲.۱۲: ایک اسپرنگ جو 7.5 cm دبئی حالت میں 25 J لچکی مخفی توانائی ذخیرہ کرتا ہو کام قیاس پکڑ کیا ہوگا؟

سوال ۲.۱۳: پہلی چوٹی جس کی بلندی  $h = 42$  m کو سر کر کے، بلارگرڈ تفریحی گاڑی جس کی کمیت  $m = 825$  kg ہے، کی رفتار  $v_0 = 17$  m s<sup>-1</sup> ہے (شکل 29.8)۔ اس نقطہ سے (ا) نقطہ  $A$ ، (ب) نقطہ  $B$ ، اور (ج) نقطہ  $C$  تک تحبذی قوت گاڑی پر کتنا کام کرتی ہے؟ نقطہ  $C$  پر گاڑی وزمین نظام کی تحبذی مخفی توانائی صفر لیتے ہوئے اس کی قیمت اس وقت کیا ہوگی جب گاڑی (د) نقطہ  $B$  اور (ه) نقطہ  $A$  پر ہو؟ (و) کمیت  $m$  دگنی کرنے سے نقطہ  $A$  اور نقطہ  $B$  کے بیچ نظام کی تحبذی مخفی توانائی میں تبدیلی بڑھے گی، گھٹے گی، یا تبدیل نہیں ہوگی؟

سوال ۲.۱۴: آپ 2 kg کمیت کی کتاب  $D = 10$  m بلندی سے کھڑکی سے نیچے دوست کو گراتے ہو۔ آپ کے دوست کے ہاتھ زمین سے  $d = 1.5$  m بلندی (شکل 30.8) پر ہیں۔ (ا) آپ کے دوست کے ہاتھوں تک پہنچتے ہوئے کتاب پر تحبذی قوت کتنا کام  $W_g$  کرے گی؟ (ب) گرنے کے دوران کتاب وزمین نظام کی تحبذی مخفی توانائی میں تبدیلی  $\Delta U$  کتنی ہوگی؟ اگر زمین پر نظام کی تحبذی مخفی توانائی  $U$  صفر ہو، (ج) پوری بلندی پر  $U$  کیا ہوگی؟ (د) آپ کے دوست کے ہاتھوں میں پہنچ کر  $U$  کیا ہوگی؟ اب زمینی سطح پر  $U = 100$  J لیں اور دوبارہ (ه)  $W_g$ ، (و)  $\Delta U$ ، (ز) پوری بلندی پر  $U$ ، اور (ح) دوست کے ہاتھوں میں  $U$  تلاش کریں۔

سوال ۲.۱۵: ایک گیند جس کی کمیت  $m = 0.341$  kg ہے بلا کمیت سلاخ جس کی لمبائی  $L = 0.452$  m ہے کے ایک سر کے ساتھ باندھا ہوا ہے۔ سلاخ کا دوسرا سر چول دار ہے، جو گیند کو انتہائی دائرے میں حرکت کی اجازت دیتا ہے۔ سلاخ کو افقی رکھ کر نیچے رخ اتنا دھکا دیا جاتا ہے کہ گیند جھول کر انتہائی بالا مقام تک بمشکل پہنچ پاتا ہے، جہاں اس کی رفتار صفر ہوتی ہے۔ تحبذی قوت گیند پر ابتدائی نقطہ سے (ا) نچلے ترین نقطہ تک، (ب) بالاترین نقطہ تک، (ج) ابتدائی نقطہ کے ہم بلند دائیں ہاتھ نقطہ تک کتنا کام کرتی ہے؟ ابتدائی نقطہ پر گیند وزمین نظام کی تحبذی مخفی توانائی صفر لیتے ہوئے، اس کی قیمت اس وقت کیا ہوگی جب گیند (د) نچلے ترین نقطہ، (ه) بالاترین نقطہ، اور ابتدائی نقطہ کے ہم بلند دائیں ہاتھ نقطہ پر ہو؟ (ز) مندرجہ کریں گیند کو اتنی ابتدائی دھکیل دی جاتی ہے کہ یہ بالاترین نقطہ پر غیر صفر رفتار سے پہنچتا ہے۔ کیا اس مرتبہ نچلے ترین نقطہ سے بالاترین نقطہ تک  $\Delta U$  پہلے کے لحاظ سے زیادہ، کم، یا وہی ہوگا؟

سوال ۲.۱۶: نصف کروی برتن، جس کا رداس  $r = 22$  cm ہے، کے کنارے 2 g برفانی پرت پھسلنے دی جاتی ہے۔ پرت اور برتن کا تماس بے رگڑ ہے۔ (ا) برتن کی تہہ تک اترتے ہوئے پرت پر تحبذی مخفی توانائی کتنا کام کرتی ہے؟ (ب) پرت وزمین نظام کی مخفی توانائی میں اس اترنے کے دوران کتنی تبدیلی رونما ہوگی؟ (ج) اگر یہ مخفی توانائی برتن کی تہہ میں صفر لی جائے، تب برتن کے کنارے پر اس کی قیمت کیا ہوگی؟ (د) اس کے برعکس، اگر برتن کے

کنسارے پر جہاں پر ت رہا کی گئی، مخفی توانائی صفر کی بجائے تب برتن کی تہہ میں اس کی قیمت کیا ہوگی؟ (ہ) پر ت کی قیمت دگنی کرنے سے کیا جزو اتا جزو د کے جوابات میں اضافہ ہوگا، کمی ہوگی، یا نتائج تبدیل نہیں ہوں گے؟

سوال ۲.۱۷: ایک سل جس کی قیمت  $m = 0.032 \text{ kg}$  ہے شکل 33.8 کے بے رگز گھیر در گھیر پر حرکت کرتی ہے، جہاں گھیر کا رداس  $R = 12 \text{ cm}$  ہے۔ گھیر کے خپلے حصے  $R = 5.0 \text{ cm}$  بلند نقطہ  $P$  سے ساکن سل رہا کی جاتی ہے۔ تجاذبی قوت سل پر نقطہ  $P$  سے نقطہ (ا)  $Q$  تک، (ب) گھیر کی چوٹی تک، کتنا کام کرتی ہے؟ سل وزمین نظام کی تجاذبی مخفی توانائی گھیر کے تل پر صفر لیٹے ہوئے، مخفی توانائی اس وقت کیا ہوگی جب سل (ج) نقطہ  $P$  پر، (د) نقطہ  $Q$  پر، اور (ہ) گھیر کی چوٹی پر ہو؟ (و) سل محض رہا کرنے کی بجائے اسے راہ کے ہمراہ نیچے رخ دھکا دیا جاتا ہے۔ کیا جزو اتا جزو د کے جواب میں اضافہ ہوگا، کمی ہوگی، یا کوئی تبدیلی نہیں ہوگی؟

سوال ۲.۱۸: ایک پستلی سلاح جس کی قیمت قابل نظر انداز اور لمبائی  $L = 2 \text{ m}$  ہے کایک سرچول دار ہے جو سلاح کو انتہائی دائرے میں چکر کی احبازت دیتا ہے۔ سلاح کے دوسرے سر کے ساتھ  $m = 5 \text{ kg}$  قیمت کا گیند باندھا گیا ہے۔ سلاح کو ایک طرف  $\theta_0 = 30^\circ$  زاویہ تک کھینچ کر  $\vec{v}_0 = 0$  ابتدائی سمتی رفتار کے ساتھ رہا کیا جاتا ہے۔ خپلے ترین نقطے تک اترنے پر، (ا) تجاذبی قوت گیند پر کتنا کام کرتی ہے اور (ب) گیند وزمین نظام کی تجاذبی مخفی توانائی میں تبدیلی کیا ہوگی؟ (ج) خپلے نقطہ پر تجاذبی مخفی توانائی صفر لیٹے ہوئے اس کی قیمت نقطہ رہائی پر کیا ہوگی؟ (د) زاویہ  $\theta_0$  بڑھانے سے کیا جزو اتا جزو د کے جواب میں اضافہ ہوگا، کمی ہوگی، یا ان میں کوئی تبدیلی نہیں ہوگی؟

سوال ۲.۱۹: کھڑی چٹان جس کی بلندی  $12.5 \text{ m}$  ہے، کی چوٹی سے افق کے ساتھ  $41^\circ$  اوپر رخ  $14 \text{ m s}^{-1}$  ابتدائی سمتی رفتار کے ساتھ  $1.50 \text{ kg}$  کا برف گولا پھیکا جاتا ہے۔ (ا) چٹان کے سر سے نیچے ہموار زمین تک پر واز کے دوران برف گولا پر تجاذبی قوت کتنا کام کرتی ہے؟ (ب) پر واز کے دوران گولا وزمین نظام کی تجاذبی مخفی توانائی میں کتنی تبدیلی رونما ہوتی ہے؟ (ج) چٹان کی چوٹی پر تجاذبی مخفی توانائی کی قیمت صفر لیٹے ہوئے، اس کی قیمت اس وقت کیا ہوگی جب گولا نیچے زمین پر ہو؟

### میکانی توانائی کی بقا

سوال ۲.۲۰: تفسیری گاڑی کی رفتار سوال ۲.۱۳ میں (ا) نقطہ  $A$  پر، (ب) نقطہ  $B$  پر، اور (ج) نقطہ  $C$  پر کیا ہوگی؟ (د) آخری پہاڑ، جس کو گاڑی سر کرنے سے متاثر ہے، پر گاڑی کس بلند تک پہنچ پائے گی؟ (ہ) گاڑی کی قیمت دگنی کرنے سے جزو اتا جزو د کے جوابات کیا ہوں گے؟

سوال ۲.۲۱: (ا) ہاتھوں کو پہنچ کر کتاب کی رفتار سوال ۲.۱۳ میں کیا ہوگی؟ (ب) کتاب کی قیمت دگنی کرنے سے یہ رفتار کیا ہوگی؟ (ج) اس کے برعکس، اگر کتاب نیچے پھینکی جائے، کیا جزو د کے جواب میں اضافہ ہوگا، کمی ہوگی، یا اس میں کوئی تبدیلی نہیں ہوگی؟

سوال ۲.۲۲: (ا) برتن کی تہہ کو پہنچ کر سوال ۲.۱۶ میں برفانی پر ت کی رفتار کیا ہوگی؟ (ب) پر ت کی قیمت دگنی کرنے سے یہ رفتار کیا ہوگی؟ (ج) اس کے برعکس، اگر پر ت کو برتن کے ہمراہ ابتدائی نیچے رفتاری جائے، کیا جزو د کے جواب میں اضافہ ہوگا، کمی ہوگی، یا اس میں کوئی تبدیلی نہیں ہوگی؟

سوال ۲.۲۳: (۱) توانائی کے تراکیب، ناکہ باب 4 کے تراکیب، استعمال کرتے ہوئے سوال ۲.۱۹ میں کھڑی چٹان کی چوٹی سے نیچے زمین پر پہنچ کر برف گولے کی رفتار تلاش کریں۔ (ب) زاویہ پھینک افقی سے  $41^\circ$  نیچے رکھنے سے رفتار کیا ہوگی؟ (ج) کیت  $2.5 \text{ kg}$  کرنے سے رفتار کیا ہوگی؟

سوال ۲.۲۴: اسپرنگ بندوق سے  $5.0 \text{ g}$  چھرا سیدھا اوپر مارا جاتا ہے۔ دبے اسپرنگ پر چھرے کے مقام سے  $20 \text{ m}$  بلندی تک پہنچنے کے لئے اسپرنگ کو  $8.0 \text{ cm}$  دبانا ہوگا۔ (۱) چھرا زمین نظام کی تحبذنی مخفی توانائی میں چھرے کے  $20 \text{ m}$  صعود کے دوران کتنی تبدیلی  $\Delta U_g$  ہوگی؟ (ب) چھرا پھینکنے کے دوران اسپرنگ کی لچکی مخفی توانائی میں تبدیلی  $\Delta U_s$  کیا ہوگی؟ (ج) اسپرنگ کامقیاس لچک کیا ہے؟

سوال ۲.۲۵: (۱) انتصابی بالا نقطہ تک صفر رفتار کے ساتھ پہنچنے کے لئے سوال ۲.۱۵ میں گیند کی ابتدائی رفتار کیا ہوگی؟ ایسی صورت میں گیند کی رفتار (ب) زیریں ترین نقطہ پر اور (ج) ابتدائی مقام کے ہم بلند دائیں نقطہ پر کیا ہوگی؟ (د) کس گیند کی کیت دگنی کرنے سے جزو اتاح جزو ج کے جواب میں اضافہ ہوگا، کمی ہوگی، یا ان میں سے کوئی تبدیلی نہیں ہوگی؟

سوال ۲.۲۶: ایک ٹرک جس کے بریک ناکارہ ہو چکے ہیں  $130 \text{ km h}^{-1}$  رفتار کے ساتھ سوات تیز رو شاہراہ پر پہاڑی سے اتر رہا ہے جب ڈرائیور اس کو حفاظتی روکے میلا  $\theta$  پر ڈالتا ہے جس کا زاویہ میلان  $15^\circ = \theta$  ہے (شکل 35.8)۔ ٹرک کی کیت  $1.2 \times 10^4 \text{ kg}$  ہے۔ (۱) ٹرک کو روک پانے کے لئے میلان کی کم سے کم لمبائی  $L$  کیا ہے؟ (ٹرک کو ایک ذرہ تصور کریں اور اس مفروضے کا جواز پیش کریں)۔ (ب) ٹرک کی کیت کم کرنے سے اور (ج) اس کی رفتار بڑھانے سے، کیا کم سے کم درکار لمبائی  $L$  بڑھے گی، کم ہوگی، یا اس میں کوئی تبدیلی نہیں آئے گی؟

سوال ۲.۲۷: ایک سل جس کی کیت  $700 \text{ g}$  ہے، انتصابی اسپرنگ جس کا مقیاس لچک  $k = 400 \text{ N m}^{-1}$  اور کیت متابل نظر انداز ہے، کے اوپر  $h_0$  بلندی سے (ساکن حالت سے) گرنے دیا جاتا ہے۔ سل اور اسپرنگ آپس میں جڑ جاتے ہیں اور اس وقت لمحاتی رکتے ہیں جب اسپرنگ  $19.0 \text{ cm}$  دب جائے۔ رکنے تک (۱) اسپرنگ پر سل کتنا کام کرتی ہے اور (ب) سل پر اسپرنگ کتنا کام کرتا ہے۔ (ج)  $h_0$  کی قیمت کیا ہے؟ (د) سل کو  $2h_0$  بلندی سے رہا کرنے کی صورت میں اسپرنگ کتنا دبے گا؟

سوال ۲.۲۸: سل پر سوال ۲.۱۷ میں نقطہ  $Q$  پر صافی عمل پیرا قوت کی مقدار (۱) افقی جزو اور (ب) انتصابی جزو کیا ہوں گے؟ (ج) سل کس بلندی  $h$  سے رہا کرتی ہوگی اگر ہم چاہتے ہوں کہ یہ گھیر کی چوٹی پر راہ سے اٹھنے لگے۔ (راہ سے سل اس وقت اٹھنے لگے گی جب سل پر راہ کی عمودی قوت صفر ہو)۔ (د) ابتدائی بلندی کی سعیت  $h = 6R$  تا  $h = 0$  کے لئے چوٹی پر پہنچ کر سل پر عمودی قوت کی مقدار رسم کریں۔

سوال ۲.۲۹: (۱) گیند کی رفتار زیریں تر نقطہ پر سوال ۲.۱۸ میں کیا ہوگی؟ (ب) گیند کی کیت بڑھانے سے کیا رفتار بڑھتی ہے، گھٹتی ہے، یا تبدیل نہیں ہوتی؟

سوال ۲.۳۰: ایک پتھر جس کی کیت  $8.00 \text{ kg}$  ہے، اسپرنگ پر ساکن پڑا ہے (شکل 36.8)۔ اسپرنگ کو پتھر  $10.0 \text{ cm}$  دباتا ہے۔ (۱) اسپرنگ کا مقیاس لچک کیا ہے؟ (ب) پتھر کو مزید  $30.0 \text{ cm}$  دبا کر رہا کیا

جباتا ہے۔ رہا کرنے سے قبل دبے اسپرنگ کی لچکی مخفی توانائی کیا ہوگی؟ (ج) نقطہ رہائی سے بلند تر نقطہ پہنچ کر پتھر و زمین نظام کی تبدیلی مخفی توانائی میں کتنی تبدیلی رونما ہوگی؟ (د) نقطہ رہائی سے یہ بلند تر نقطہ کتنی اونچائی پر ہے؟

سوال ۲.۳۱: متاثرہ انداز کمیت کے  $4.0 \text{ m}$  لمبے دھاگے کے ساتھ  $2.0 \text{ kg}$  پتھر باندھ کر ایک رفتار حاصل کیا جاتا ہے۔ زیریں تر نقطہ سے گزرتے وقت پتھر کی رفتار  $8.0 \text{ m s}^{-1}$  ہے۔ (ا) اس کی رفتار اس وقت کیا ہوگی جب دھاگا انحناء کے ساتھ  $60^\circ$  زاویہ بناتا ہو؟ (ب) پتھر کی حرکت کے دوران انحناء کے ساتھ دھاگا زیادہ سے زیادہ کتنی زاویہ بنائے گا؟ (ج) اگر پتھر کے زیریں تر نقطہ پر رفتار و زمین نظام کی مخفی توانائی صفر رکھی جائے، نظام کی کل میکانیکی توانائی کیا ہوگی؟

سوال ۲.۳۲: ایک رفتار جس کی لمبائی  $L = 1.25 \text{ m}$  ہے شکل 34.8 میں دکھایا گیا ہے۔ اس کے بلور (جس میں عملی رفتار کی پوری کمیت سموتی ہے) کی رفتار اس وقت  $v_0$  ہوگی جب رفتار کا دھاگا انحناء کے ساتھ  $\theta_0 = 40.0^\circ$  زاویہ پر ہو۔ (ا) اگر  $v_0 = 8.00 \text{ m s}^{-1}$  ہو، زیریں تر نقطہ پر بلور کی رفتار کیا ہوگی؟ اگر نیچے جانے کے بعد دھاگا سیدھا رکھتے ہوئے (ب) رفتار افقی حالت، اور (ج) انحناء حالت اختیار پائے،  $v_0$  کی کم سے کم قیمت کیا ہوگی؟ (د) زاویہ  $\theta_0$  چند درجے بڑھانے سے کیا جبزوب اور جبزوج کے جواب میں اضافہ ہوگا، کمی ہوگی، یا ان میں کوئی تبدیلی نہیں ہوگی؟

سوال ۲.۳۳: ایک سکی باز جس کی کمیت  $60 \text{ kg}$  ہے، ساکن حالت سے سکی اچھال میلان کے اختتام سے  $H = 20 \text{ m}$  بلند نقطہ سے آغاز کر کے (شکل 37.8) زاویہ  $\theta = 28^\circ$  پر میلان چھوڑتا ہے۔ ہوائی رگڑ نظر انداز کریں اور میلان بلا رگڑ تصور کریں۔ (ا) میلان کے اختتام سے کتنی زیادہ سے زیادہ بلندی  $h$  تک یہ پہنچے گا؟ (ب) اگر سکی باز ساڑوسامان اٹھا کر روانہ ہو، کیا  $h$  کی قیمت میں اضافہ ہوگا، کمی ہوگی، یا وہی رہے گی؟

سوال ۲.۳۴: ایک دھاگا جس کی لمبائی  $L = 120 \text{ cm}$  ہے کا ایک سر بندھا ہوا جبکہ دوسرے سے گیند لٹکانی گئی ہے۔ بندھے سر سے  $d = 75.0 \text{ cm}$  فاصلے پر دیوار میں نقطہ  $P$  پر ایک میخ موجود ہے۔ دھاگا افقی رکھتے ہوئے (جیسا شکل 38.8 میں دکھایا گیا ہے) ساکن گیند رہا کیا جاتا ہے، جو نقطہ دار تو س پر چلے گا۔ (ا) زیریں ترین نقطہ پر، اور (ب) میخ میں دھاگا پھٹنے کے بعد بلند ترین نقطہ پر گیند کی رفتار کیا ہوگی؟

سوال ۲.۳۵: ایک سل جس کی کمیت  $m = 2.0 \text{ kg}$  ہے اسپرنگ پر  $h = 40 \text{ cm}$  بلندی سے گرنے دیا جاتا ہے (شکل 39.8)۔ اسپرنگ کا مقیاس پک  $k = 1960 \text{ N m}^{-1}$  ہے۔ اسپرنگ زیادہ سے زیادہ کتنی دبے گا؟

سوال ۲.۳۶: لمحہ  $t = 0$  پر  $1.0 \text{ kg}$  گیند بلند کھجے سے  $\vec{v} = (18 \text{ m s}^{-1})\vec{i} + (24 \text{ m s}^{-1})\vec{j}$  کے ساتھ روانا کیا جاتا ہے۔ گیند و زمین نظام کی  $\Delta U$  لمحہ  $t = 0$  تا  $t = 6.0 \text{ s}$  کیا ہوگی (آزادانہ گرنا تصور کریں)؟



جوابات

