α) $\vec{F} = -knr^{n-2}\vec{r}$
β) $\vec{F} = -knr^{n-1}\vec{r}$
γ) $\vec{F} = knr^{n-1}\vec{r}$
δ) $\vec{F} = knr^{n-2}\vec{r}$

Θέμα 2.55 Σε ένα συντηρητικό πεδίο η δυναμική ενέργεια V και η δύναμη $\vec{F}$ συνδέονται με τη σχέση:

α) $\vec{F} = -\vec{\nabla}V$ β) $\vec{F} = \vec{\nabla}V$
γ) $F = -\nabla V$ δ) $F = \nabla V$

Θέμα 2.56 Μια κεντρική δύναμη της μορφής $F = -\frac{k}{r^2}$ είναι ελκτική όταν:
α) $k > 0$
β) $k = 0$
γ) $k < 0$
δ) Το πρόσημο του k δεν σχετίζεται με το αν η δύναμη είναι ελκτική.

Θέμα 2.57 Σε μια κεντρική δύναμη της μορφής $F = \frac{k}{r}$ η δυναμική ενέργεια που αντιστοιχεί είναι:
α) $V = \frac{k}{r^2}$ β) $V = -k$
γ) $V = kr$ δ) $V = -klnr$

Θέμα 2.58 Η αλληλεπίδραση μεταξύ δύο νουκλεονίων μπορεί να περιγραφεί σε κάποιο βαθμό από το δυναμικό $Yukawa$: $V = V_0\frac{r_0}{r}e^{-r/r_0}$. Σε αυτή την περίπτωση η δύναμη μεταξύ των νουκλεονίων είναι:
α) $F = \frac{V_0}{r}e^{-r/r_0}$
β) $F = -\frac{V_0}{r}e^{-r/r_0}$
γ) $F = \frac{V_0}{r}e^{-r/r_0} - V_0\frac{r_0}{r^2}e^{-r/r_0}$
δ) $F = \frac{V_0}{r}e^{-r/r_0} + V_0\frac{r_0}{r^2}e^{-r/r_0}$

Θέμα 2.59 Αν η συνάρτηση της δυναμικής ενέργειας είναι $V = -k(x^2 + y^2 + z^2)$, η δύναμη θα δίνεται από τη σχέση:
α) $F = k(2x + 2y + 2z)$
β) $\vec{F} = 2kx\hat{x} + 2ky\hat{y} + 2kz\hat{z}$
γ) $F = \frac{k}{3}(x^3 + y^3 + z^3)$
δ) $\vec{F} = \frac{k}{3}(x^3\hat{x} + y^3\hat{y} + z^3\hat{z})$

Θέμα 2.60 Η δυναμική ενέργεια μεταξύ των μορίων δίνεται από τη σχέση $V = V_0[2(\frac{r_0}{r})^6 - (\frac{r_0}{r})^{12}]$ (δυναμικό Lennard-Jones). Η θέση ισορροπίας είναι:
α) r_0 β) $r_0\sqrt{2}$ γ) $2r_0$ δ) $4r_0$

Θέμα 2.61 Ένα σωματίδιο κινείται σε περιοχή όπου η συνάρτηση της δυναμικής ενέργειας είναι: $V = x^3 - 6x^2 + 11x - 6$. Αν η ενέργειά του είναι $E = 0J$, το σωματίδιο μπορεί να κινείται στις περιοχές:
α) Το σωματίδιο είναι ακίνητο.
β) $1 \leq x \leq 2$
γ) $2 \leq x \leq 3$
δ) $x \leq 1$ και $2 \leq x \leq 3$

Θέμα 2.62 Ένα σωματίδιο κινείται σε περιοχή όπου η συνάρτηση της δυναμικής ενέργειας είναι: $V = x^3/3 -$

$= -k\ln r$. Επομένως σωστή απάντηση είναι η (δ).

2.58 Από τις 2.22 , 1.79 και τη συνάρτηση της δυναμικής ενέργειας $U = V = V_0 \frac{r_0}{r} e^{-r/r_0}$ θα έχουμε για τη δύναμη:

$$F = \frac{V_0}{r} e^{-r/r_0} + V_0 \frac{r_0}{r^2} e^{-r/r_0}$$

Επομένως σωστή απάντηση είναι η (δ).

2.59 Από τη 2.22 και τη συνάρτηση της δυναμικής ενέργειας $V = -k(x^2 + y^2 + z^2)$ θα έχουμε για τη δύναμη: $\vec{F} = 2kx\hat{x} + 2ky\hat{y} + 2kz\hat{z}$. Επομένως σωστή απάντηση είναι η (β).

2.60 Από τη 2.22 και τη συνάρτηση της δυναμικής ενέργειας $V = -V_0[2(\frac{r_0}{r})^6 - (\frac{r_0}{r})^{12}]$ θα έχουμε για τη δύναμη:

$$\vec{F} = V_0[2\frac{6r_0^6}{r^7} - \frac{12r_0^{12}}{r^{13}}]$$

Θέση ισορροπίας έχουμε εκεί όπου μηδενίζεται η δύναμη. Συνεπώς: $2\frac{6r_0^6}{r^7} = \frac{12r_0^{12}}{r^{13}} \iff$ $r = r_0$. Επομένως σωστή απάντηση είναι η (α).

2.61 Η συνάρτηση της ενέργειας του σώματος είναι $V = x^3 - 6x^2 + 11x - 6$. Επειδή η συνολική ενέργεια του σώματος είναι $E = 0$, το σώμα μπορεί να κινείται μόνο σε περιοχές αρνητικής δυναμικής ενέργειας, ώστε το περίσευμα της ενέργειάς του να εμφανίζεται σαν κινητική. Πρώτα θα βρούμε τα οριακά σημεία της κίνησης (τα σημεία όπου η δυναμική ενέργεια γίνεται ίση με την ολική, δηλαδή 0). $x^3 - 6x^2 + 11x - 6 =$ $= 0 \iff x = 1$ ή $x = 2$ ή $x = 3$. Η πρώτη παράγωγος της δυναμικής ενέργειας θα είναι: $\frac{dV}{dx} = 3x^2 - 12x + 11$. Για $x = 1 \iff$ $\frac{dV}{dx} = 2 > 0$, συνεπώς η συνάρτηση της δυναμικής ενέργειας θα είναι αύξουσα. Επομένως για $x < 1 \iff V < 0$. Για $x = 2 \iff$ $\frac{dV}{dx} = -1 < 0$, συνεπώς η συνάρτηση της δυναμικής ενέργειας θα είναι φθίνουσα. Επομένως για $x < 2 \iff V > 0$, $x > 2 \iff V < 0$. Για $x = 3 \iff \frac{dV}{dx} = 2 > 0$, συνεπώς η συνάρτηση της δυναμικής ενέργειας θα είναι αύξουσα. Επομένως για $x > 3 \iff V > 0$, $x < 2 \iff V < 0$. Επομένως σωστή απάντηση είναι η (δ).

2.62 Η συνάρτηση της ενέργειας του σώματος είναι $V = x^3/3 - 2x^2 + 4x - 7$. Για να έχουμε ευσταθή ισορροπία, θα πρέπει στην περιοχή αυτή η δυναμική ενέργεια να έχει ελάχιστο. Υπολογίζουμε την παράγωγο της δυναμικής ενέργειας $\frac{dV}{dx} = x^2 - 4x + 4 = (x-2)^2$. Η παράγωγος αυτή μηδενίζεται στο $x = 2$. Σε αυτό το σημείο η πρώτη παράγωγος μηδενίζεται αλλά δεν αλλάζει πρόσημο. Είναι δηλαδή ένα σημείο καμπής. Επομένως σωστή απάντηση είναι η (α).

2.63 Η συνάρτηση της ενέργειας του σώματος είναι $V = \frac{x^4}{4} - \frac{2x^3}{3} - \frac{x^2}{2} + 2x$. Για να έχουμε ασταθή ισορροπία, θα πρέπει στην περιοχή αυτή η δυναμική ενέργεια να έχει μέγιστο. Υπολογίζουμε την παράγωγο της δυναμικής ενέργειας $\frac{dV}{dx} = x^3 - 2x^2 - x + 2 = (x-1)(x+1)(x-2)$. Η παράγωγος αυτή μηδενίζεται στα $x = 1$, $x = -1$, $x = 2$. Υπολογίζουμε και τη δεύτερη