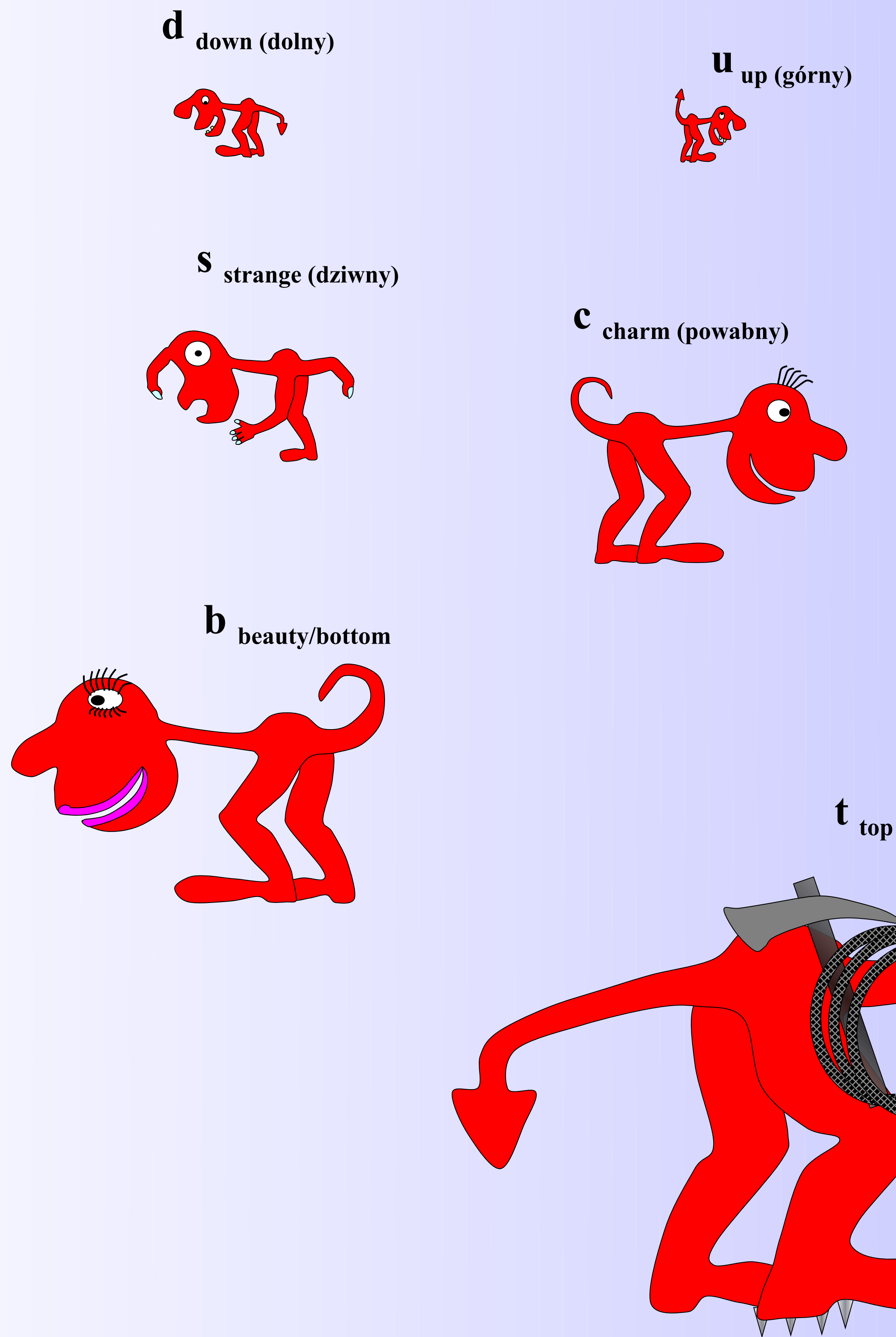


Na ścieżkach fizyki współczesnej

Zagadkowe kwarki

Kwarki wydają się takie same, ale pachną zupełnie inaczej.

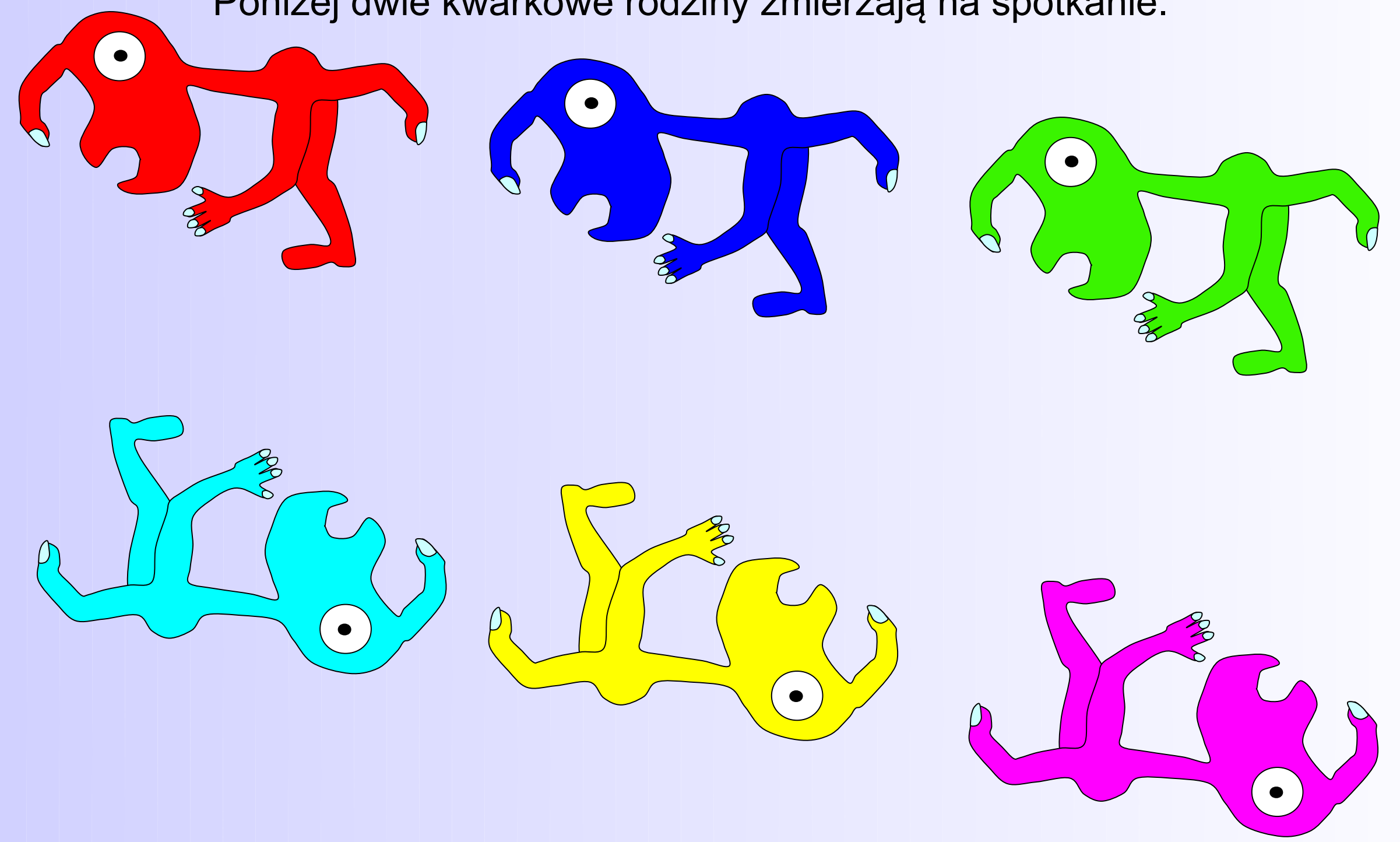


Kwarki i ich kolory

Kwarki występują w trzech, podstawowych kolorach.

Anty-kwarki mają kolory przeciwne (dopełniające).

Poniżej dwie kwarkowe rodziny zbieżają na spotkanie.



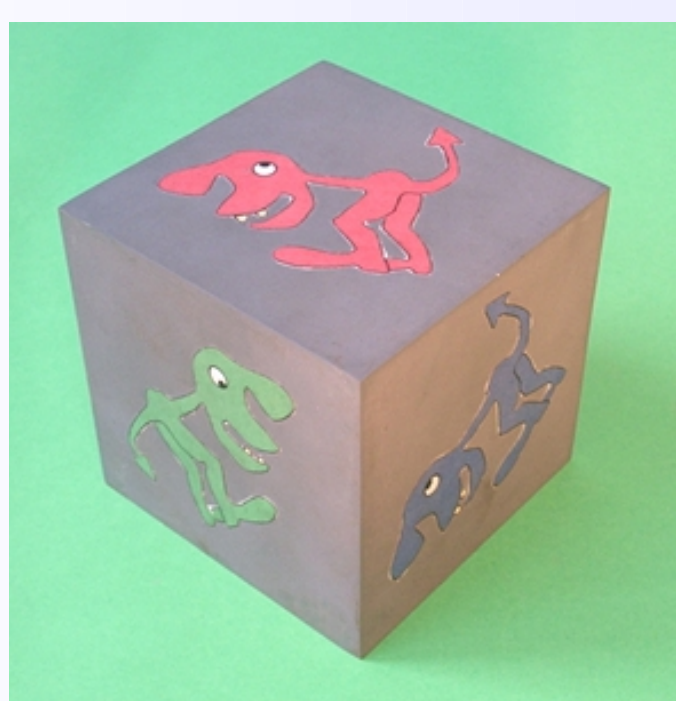
Jeśli kwark połączy się ze swoim anty-kwarkiem powstaje mezon (nie mylić z mezaliansem)

Tak wielu pracowało, aby odkryć ten jeden kwark (top)



Proton & Co.

Proton (uud)

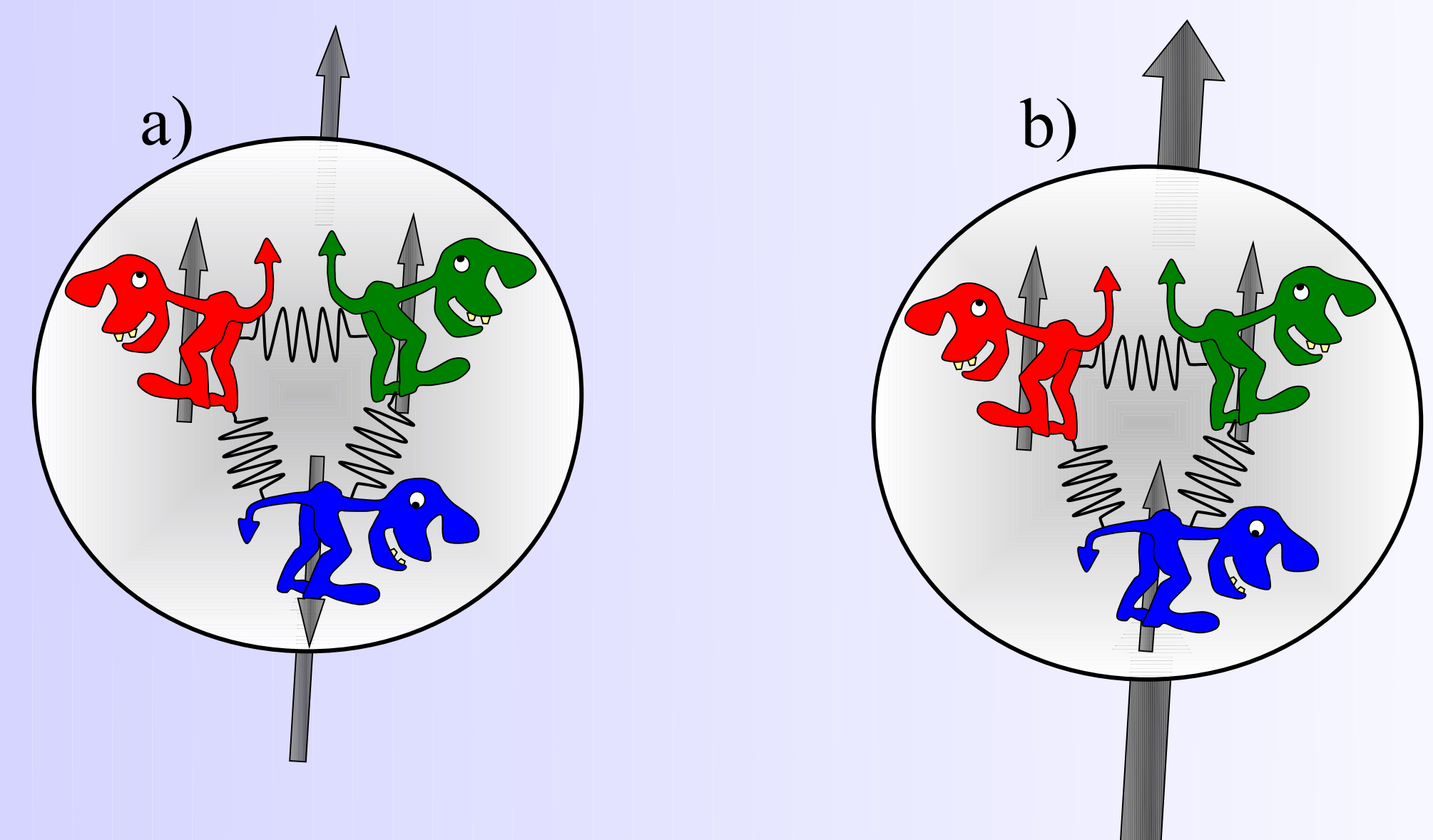


Izospin=1/2
Masa $m=938.27231 \pm 0.00028$ MeV (=1836 masy elektronu)
Moment dipolowy $D=(-3,7 \pm 6,3) \times 10^{-23}$ e cm
Moment magnetyczny $m=2,792847386 \pm 0,000000066 \mu_B$
Czas życia $t=1,6 \times 10^{25}$ lat
(\gg niż czas życia Wszechświata = $14,5 \times 10^9$ lat)

Neutron** (udd)



Izospin=1/2
Masa $m=939,56563 \pm 0,00028$ MeV (trochę więcej niż proton)
Moment dipolowy $D < 12 \times 10^{-26}$ e cm
Moment magnetyczny $m = -1,91304275 \pm 0,000000456 \mu_B$
Ładunek elektryczny $q = (-0,4 \pm 1,1) \times 10^{-21}$ e (czytaj zero!)
Czas życia $t = 888,65 \pm 3,5$ s (= kwadrans akademicki!)



Proton (a) i cząstka $\bar{\nu}_s$ są zbudowane tak samo – z dwóch kwarków *up* i jednego kwarku *down*. Różnią się jedynie spinem, co powoduje, że cząstka $\bar{\nu}_s$ jest o 30% cięższa niż proton.

Standardowy model fundamentalnych oddziaływań i cząstek elementarnych

INTERACTION	SOURCE	PARTICLES MEDIATING	MASS	POWER
Gravitational	mass	graviton G	0	10^{-39}
Electromagnetic	charge	foton γ	0	10^{-2}
Strong	colour	gluon g	0	1
Weak	weak	bosons W^\pm	80 GeV	10^{-7}
	charge	Z^0	91 GeV	

LEPTONS SPIN = 1/2			QUARKS SPIN = 1/2		
FLAVOR	MASS GeV/c ²	ELECTRIC CHARGE	FLAVOR	MASS GeV/c ²	ELECTRIC CHARGE
ν_e	$< 7 \times 10^{-8}$	0	u	≈ 0.003	2/3
e^-	0.000511	-1	d	≈ 0.006	-1/3
ν_μ	< 0.0003	0	c	1.5	2/3
μ^-	0.106	-1	s	≈ 0.1	-1/3
ν_τ	< 0.03	0	t	170	2/3
τ^-	1.7771	-1	b	4.7	-1/3

(*)Wielkość kwarku odpowiada jego masie. Ale, do celów grafiki, użyliśmy tu triku czwartego wymiaru – masy kwarków mają się do siebie jak czwarte potęgi ich rozmiarów liniowych. Zauważmy, że ogon kwarku wskazuje na jego ładunek: dodatni lub ujemny.

(**) Jeśli przyjąłbyśmy, że elektron jest greckim *leptonem* - monetą 1-centową (2.3 g), wtedy neutron byłby stalowym sześcianem o boku 8 cm.

Masy lekkich kwarków są znane z niepewnością 50%!

Najlepsze oszacowania są następujące: $1/2(m_u + m_d) = 4.2$ MeV/c²; $1.5 < m_u < 5$ MeV/c²; $5 < m_d < 9$ MeV/c² a dla kwarków dziwnych $m_s = 0.105 \pm 0.033$ GeV/c² [Manohar 2002]

Kwarki są więc zupełnie lekkimi cząstkami: kwark górny jest tylko 6 razy cięższy od elektronu