Γ(z)は階乗の定義を
複素平面に拡張した関数.

実軸上で対数凸となる
解析関数

$\frac{1}{\sin z}$

Γ関数は零点をもたず

原点と負の整数に一位の極を持つ

$$\mathrm{Res}(\Gamma, -n) = \frac{(-1)^n}{n!}$$

? $\int z^{k-1} e^{-z}\, dz$

定義域を
複素数へ拡張

$$\Gamma(z) = \lim_{n\to\infty} \frac{n^z \cdot n!}{\prod_{k=0}^{n} (z+k)}$$

t=nuとして

▷ $G_n(z) = \int_0^n t^{z-1} \left(1-\frac{t}{n}\right)^n dt = n^z \int_0^1 u^{z-1}(1-u)^n\, du$

$g_0(z) = \int_0^1 (u^{z-1})\, du = \left[\frac{u^z}{z}\right]_{u=0}^{1} = \frac{1}{z}$

$\lim_{n\to\infty} G_n(z) = \int_0^\infty t^{z-1} e^{-t}\, dt$

$g_n(z) = \int_0^1 \left(\frac{u^z}{z}\right)' (1-u)^n\, du$

$= \frac{n}{z}\int_0^1 u^z (1-u)^{n-1}\, du$

$= \frac{n}{z} g_{n-1}(z+1)$

$\prod \frac{\alpha}{z+k}$

$$G_n(z) = \frac{n^z n!}{\prod_{k=0}^{n}(z+k)}$$

−1, …, −n まで極

$\Gamma(z)$

▷ $\Gamma(z) = \int_0^\infty t^{z-1} e^{-t} dt \quad (\mathrm{Re}(z) > 0)$

▷ $\Gamma(z) = \lim_{n\to\infty} \dfrac{n^z \cdot n!}{\prod_{k=0}^{n} (z+k)}$ （一般の z）

$\underline{\Gamma(z+1) = z \cdot \Gamma(z)}$

$$F(z+1) = \int_0^\infty t^z \cdot e^{-t} dt$$
$$= \left[-t^z \cdot e^{-t}\right]_0^\infty + z\int_0^\infty t^{z-1} e^{-t} dt$$

$\therefore F(z+1) = z\Gamma(z)$

$\underline{\Gamma(1)} = \int_0^\infty e^{-t} dt = \left[-e^{-t}\right]_0^\infty = 1$

$\Gamma(n+1) = m!$

$$\Gamma(k) = \int_0^\infty \underline{y^{k-1} \cdot e^{-y}}\, dy$$

$$y^{k-1}(-e^{-y})'$$

$$= \cancel{(k-1)}\left[y^{k-1} \cdot -e^{-y}\right]_0^\infty + \int (k-1) y^{k-2} \cdot e^{-y}\, dy$$

$$0 \qquad \infty \quad 0$$

$$= \overbrace{(k-1)\cdots(k-r)} \overbrace{\int y^{k-r} \cdot e^{-y}\, dy}^{\Gamma(k-r)}$$

$$0 < k-r < 1$$

$$\Gamma\left(\frac{1}{n}\right) = \int_0^\infty y^{\frac{1}{n}-1} \cdot e^{-y}\, dy = \int_0^\infty \cancel{z^{1-n}} \cdot e^{-z^n} \cancel{dz^{n-1}} \cdot n\, dz$$

$$= \int_0^\infty e^{-z^n} \cdot n\, dz$$

$$y^{\frac{1}{n}} = z \qquad y = z^n$$

$$dy = n z^{n-1} \cdot dz$$

Γ func

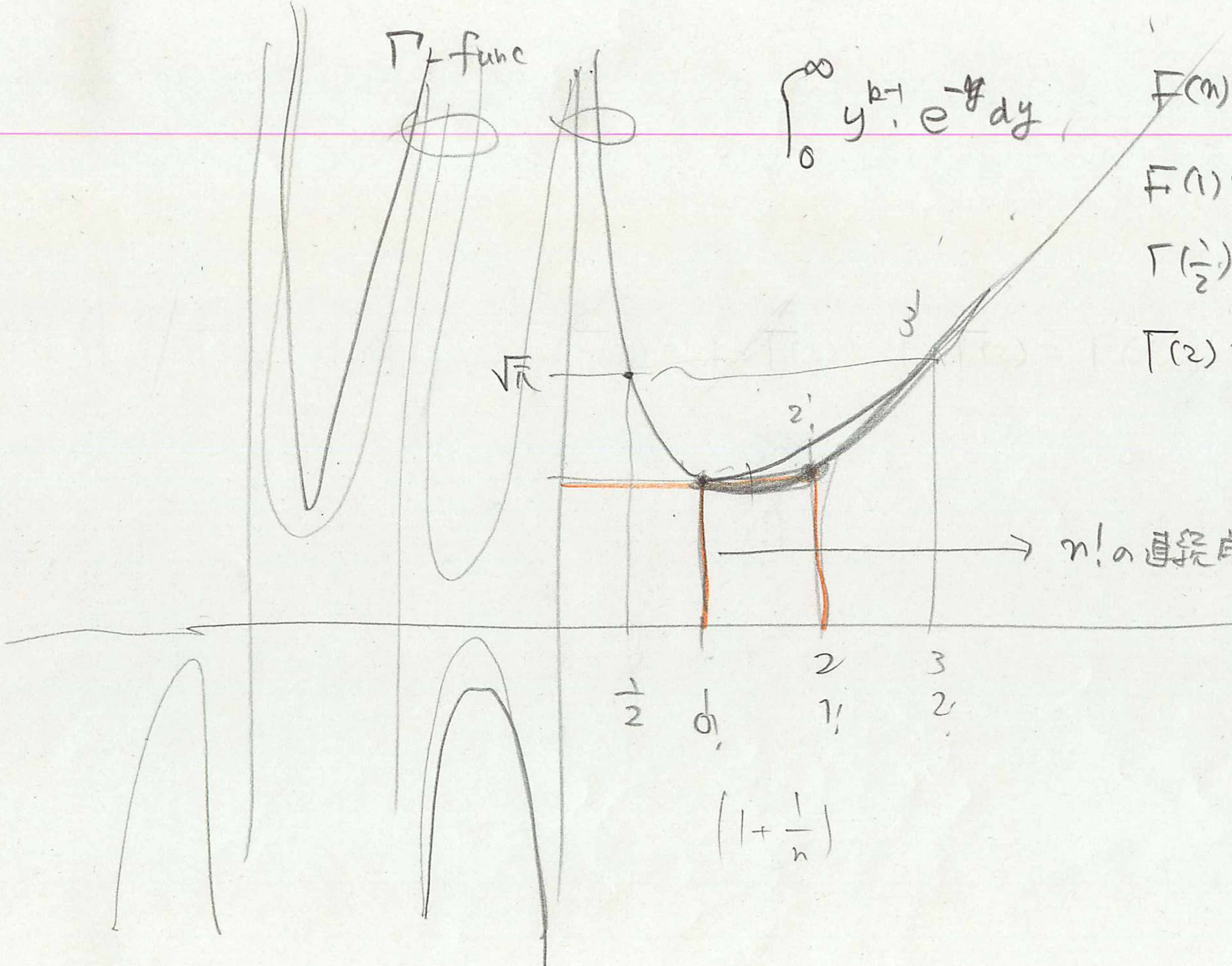
$$\int_0^\infty y^{k-1} \cdot e^{-y}\, dy$$

$\Gamma(n) = n-1 \cdot \Gamma(n-1)$

$\Gamma(1) = 1 \quad (0!)$

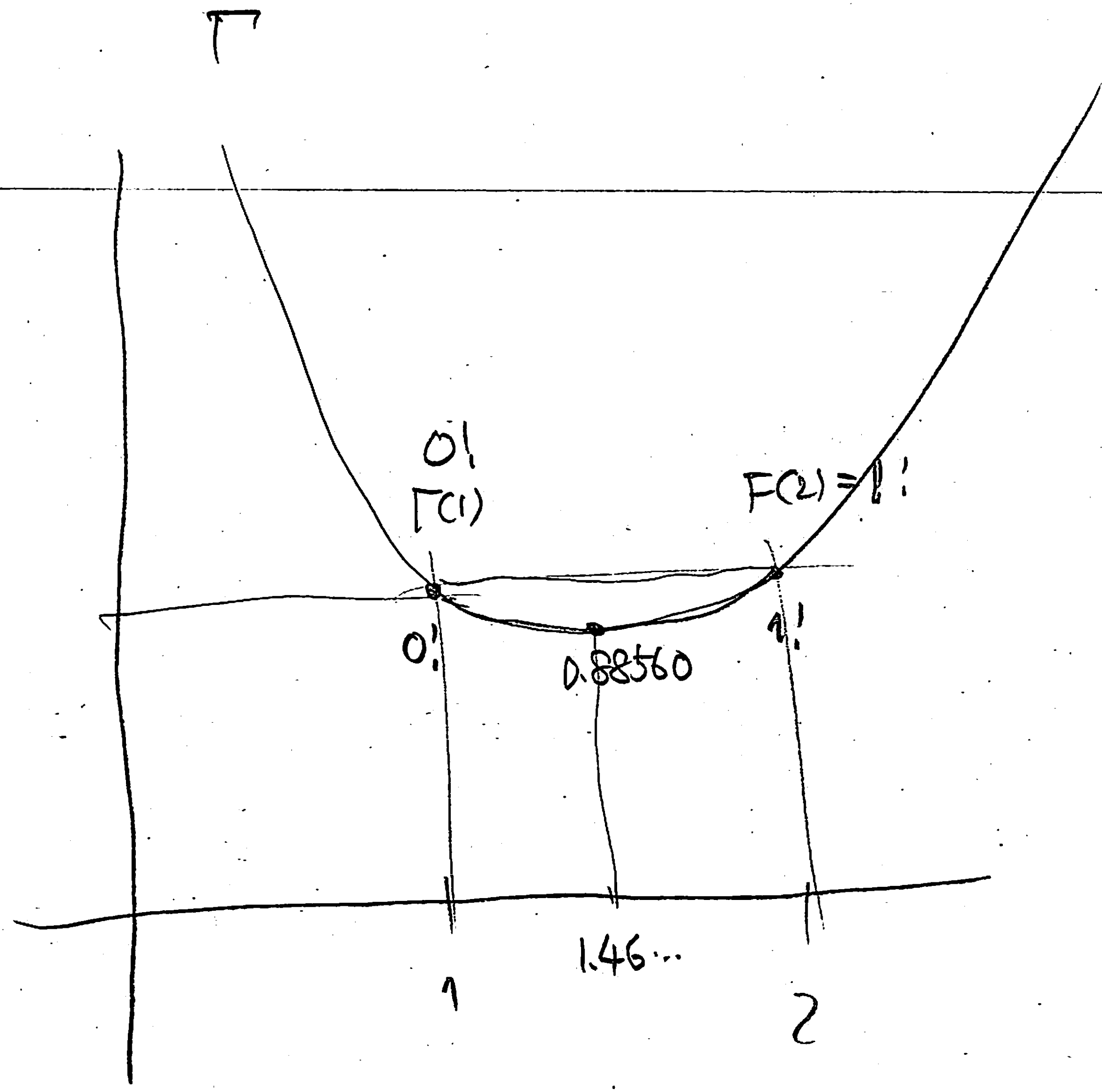
$\Gamma(\frac{1}{2}) = \sqrt{\pi}$

$\Gamma(2) = 1 \; (1!)$



n!の連続的な拡張.

Γ-関数



$$\left[-y^{k-1}(e^{-y})\right]_0^\infty = 0$$

$$\div \int (k-1)\, y^{k-2} \cdot e^{-y}$$

$$\vdots$$

$$\frac{(k-1)(k-2)\cdots \int_0^\infty e^{-y}\,dy}{(-1)^{k} \quad (k-1)!\,\left[e^{-y}\right]_0^\infty}$$

$k \in \mathbb{Z}$

$(k-1)!$ になる訳.

$$\Gamma(k)$$

$$= \int_0^\infty y^{k-1} e^{-y}\,dy \qquad (k>0)$$

$$\sum_0^\infty \frac{y^{n}}{n!}(-1)^{n}$$

$$\cancel{n<k \quad n=k \quad n>k}$$

$$\int_0^\infty \frac{}{}$$

– 図中で e1, e2, e3 はルータのインターフェイス名を表しています.

8.2 (4) ルータ **R6** の e1 インターフェイスがダウンし通信不能になり，その後経路情報が一定になった状態での，ルータ **R6** の経路情報を同じ形式で書いてください.

問題 9 (40 点) トランスポート層に関する問題です.

9.1 (8) TCP 層の働きについて説明してください.

9.2 (8) TCP が行っているコネクション管理の様子を図示してください.

9.3 (8) TCP の確認応答について説明してください．その様子を，正常時，途中のパケットが喪失した時にわけて図示してください.

9.4 (8) 再送タイムアウトの目的を説明してください.

9.5 (8) ウィンドウ制御を説明してください.

問題 10 (12 点) NAPT (Network Address Ports Translator) についての問題です．以下を前提とします.

- ローカルなネットワークにプライベート IP アドレスを設定し，
- インターネットへ接続するときに NAPT によりグローバル IP アドレスに変換する.
- 外部宛パケットを NAPT ルータに集めるために，デフォルトルータを NAPT ルータに設定している.

10.1 (12) NAPT を行なうと，プライベートネットワーク内のローカルホストとインターネット上のサーバが通信可能になります．その仕組みを説明してください.

問題 11 (16 点) IP トンネリングについて，以下の説明をしてください.

11.1 (8) なにをするための技術か

11.2 (8) どのように実現しているか

問題 12 (20 点) 本日 14:00 までに，追試を受けてみての感想をノート Wiki の [[hxxjyyy:感想]] というページに書いてください．一回目，二回目の試験の感想と区別して書いてください.

$$\Gamma(r) = (r-1)\cdots\underline{(r-n)}\cdot\Gamma(r-n)$$

$$0 < r-n < 1$$

$$\Gamma(1) = 1$$

$$\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{2}$$ ← ガウス

$$\Gamma\left(\frac{1}{3}\right)$$

$$-(x^2+y^2)$$

$$-(x^3+y^3)$$

$$-(x+y)\underbrace{(x^2-xy+y^2)}_{(1-\sin\theta\cdot\cos\theta)}$$

$$r(\cos\theta+\sin\theta)$$

$$\sqrt{2}\,r(\bigcirc)$$

$$\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \int_0^\infty t^{-\frac{1}{2}} \cdot e^{-t} dt$$

$t^{\frac{1}{2}} = u$

$\frac{1}{\sqrt{t}}$ $\frac{1}{2} t^{-\frac{1}{2}} dt = du$

$t^{-\frac{1}{2}} = u$ e^{u^2}

$-\frac{1}{2} t^{-\frac{3}{2}} dt - du$ $\left(t^{\frac{1}{2}}\right)' = \frac{1}{2} t^{-\frac{1}{2}} \frac{1}{\sqrt{t}}$ $\frac{1}{2u} dt = du$

tu^3 $dt = \frac{2}{u^3} du$ $dt = 2u du$

$$= \int_0^\infty (\sqrt{t})' \cdot e^{-(\sqrt{t})^2} dt$$

$\int_0^\infty e^{-t^2} du$

$$= \left[\cancel{\sqrt{t}} \cdot e^{-(\sqrt{t})^2}\right]_0^\infty - \int_0^\infty \sqrt{t} \cdot 2\sqrt{t}$$

$$\Gamma(n) = \int_0^\infty t^{n-1} \cdot e^{-t} dt$$

$\cancel{\left(\frac{1}{n} t^n \cdot e^{-t}\right) - \frac{1}{n} \int t}$

$\left(-t^{n-1} e^{-t}\right) +$

y

$$z^{n-1}, \quad e^{nz}, \quad \frac{1}{n}\frac{y^{\frac{1-n}{n}}}{z^{1-n}}$$

$$\int_0^{\infty} \frac{1}{n} e^{\cancel{z} z^n} dz = \left[e^{nz} \right]_0^{\infty}$$

$$\boxed{e^{nz}}'$$

$$\frac{1}{n}\int_0^{\infty} e^{z^n} dz \qquad e^{-z^n}$$

$$\left(e^{-z^n}\right)' =$$

$$e^{-x} = 1 + \frac{1}{1!}(-x) + \frac{1}{2!}(-x)^2 + \cdots$$

e^{-z^n}

$z = r\cos$

$\cancel{x}^n + y^n|$

$r^n \cdot \cos^n\theta + \sin^n\theta$

$x^4 + y^4$

$n = 2m$

$n = 2m+1$

$(x+y)(x^2 - xy + y^2)$

$x^3 - \cancel{x^2y} + \cancel{xy^2}$

$y\cancel{x^2} - \cancel{xy^2} + y^3$

$$\Gamma\left(\frac{1}{n}\right) = n\int_0^\infty e^{-z^n}\,dz$$

x^2+y^2

$$\int_0^\infty\int_0^\infty e^{-(x^n+y^n)}\,dx\,dy$$

$$x^3+y^3 = (x+y)(x^2-xy+y^2) \quad \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}}\sin\left(\theta+\frac{\pi}{4}\right)$$

$(x+y)$

$$\cos\theta\sin2\theta = \frac{1}{2}\sin2\theta$$

2θ

$$\int_0^\infty e^{-z^r}\,dz = \int_0^\infty \sum \frac{1}{n!}\left[-z^r\right]^n dx$$

$$= \sum_{n=} \frac{1}{(nr+1)\,n!}(-1)^n x^{rn+1}\Big|_0^\infty \quad \forall r$$

$$\Gamma(n) = \int_0^\infty x^{n-1} e^{-x} dx$$

$$= \Big[-x^{n-1} \cdot e^{-x}\Big]_0^\infty + \int_0^\infty (n-1) x^{n-2} e^{-x} dx$$

$$= (n-1) \int_0^\infty x^{n-2} \cdot e^{-x} dx$$

$$= (n-1) \cdot \Gamma(n-1)$$

1.1 : 1.2

$\Gamma(0.1) = 9.5135 \cdots$

$\Gamma(0.01) = 99.43258 \cdots$

$\Gamma(1.01) = 0.994325 \cdots$

$1.1 \quad = 0.95135$

$$\Gamma(1.1) = \int_0^\infty x^{0.1} e^{-x} dx$$

$$3.1 = \cancel{10} \int_0^\infty t^{10} \cdot e^{-t^{10}} dt$$

$x^{\frac{1}{10}} e^{-x} dx$

e^{-10t}

$$\Gamma(k) = \int_0^\infty y^{k-1} \cdot e^{-y}\, dy$$

$$(y^{k-1})'$$

$$y^{k-1} \cdot e^{-y} = -(y^{k-1} \cdot (e^{-y})') - \underline{(k-1)\, y^{k-2}} \cdot e^{-y}$$

$$\Gamma(1.1) = \int_0^\infty \underbrace{x^{\frac{1}{10}}}_{t} \cdot e^{-x} dx$$

$$x = t^{10}$$

$$= \int_0^\infty t\, e^{-t^{10}} \cdot 10t^9 dt = \int_0 \underline{10 t^{10} \cdot e^{-t^{10}}} \cdot dt$$

$$\int_0^\infty t^{10} e^{-t^{10}} dt \qquad t \cdot \left(\frac{e^{-t^{10}}}{10}\right)' \qquad \boxed{\frac{1}{10} \int e^{-t^{10}} \cdot dt}$$

$$(e^{-t^{10}})' = (-t^{10})' \cdot e^{-t^{10}}$$

$$= -10t^9 \cdot e^{-t^{10}}$$

$$\left(\frac{e^{-t^{10}}}{10}\right)' = \qquad t^9 e^{-t^{10}} \qquad \frac{e^{-t^{10}}}{10}$$

$$\Gamma(3.1) = \int_0^\infty x^{2.1} \cdot e^{-x}\, dx$$

$$= \left[-x^{2.1} e^{-x}\right]_0^\infty + \int_0^\infty 2.1 \cdot x^{1.1} e^{-x}\, dx$$

$$= 2.1 \left\{ \left[-x^{1.1} e^{-x}\right]_0^\infty + 1.1 \int_0^\infty x^{0.1} e^{-x}\, dx \right\}$$

$$= 2.1 \times 1.1 \times \Gamma(1.1)$$

$$\Gamma(1.1) = \int_0^\infty x^{\frac{1}{10}} e^{-x}\, dx \qquad x = t^{10}, \quad dx = 10t^9 \cdot dt$$

$$= \int_0^\infty t \cdot e^{-t^{10}} \cdot (10t^9)\, dt$$

$$= 10 \int_0^\infty (t^{10}) \cdot \underbrace{e^{-t^{10}}} \cdot dt$$

$$= 1 \int_0^\infty t \cdot \underbrace{10t^9 \cdot e^{-t^{10}}}_{(e^{-t^{10}})'}\, dt$$

$$= -\left[t\, e^{-t^{10}}\right]_0^\infty + \int_0^\infty e^{-t^{10}}\, dt$$

$$= \int_0^\infty e^{-t^{10}}\, dt$$

$$\iint e^{-(x^{10} + y^{10})}\, dx\, dy$$